



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

**Didáctica de las Ciencias Experimentales,
de las Ciencias Sociales y de la Matemática**

DISEÑO DE ACTIVIDADES STEM EN SECUNDARIA: UNA APUESTA VOLCÁNICA

**Trabajo Final del Máster Universitario de Profesor en Educación
Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Especialidad de Matemáticas.**

Alumna: Belén González González

Tutor: José María Marbán Prieto

Valladolid, Junio de 2018

La diferencia entre nosotros y los alumnos confiados a nuestro cuidado está solo en esto, que nosotros hemos recorrido un tramo más largo de la parábola de la vida. Si los alumnos no nos entienden, la culpa es del que enseña que no sabe explicar. Ni vale imputar la responsabilidad a las escuelas previas. Debemos tomar a los alumnos como son, y recuperar lo que han olvidado, o estudiado en otra materia. Si el profesor atormenta a sus alumnos, y en lugar de granjearse su amor, excita su odio en contra de sí y de la ciencia que enseña, no sólo su enseñanza será negativa, sino el tener que convivir con tantos enemigos pequeños será para él un tormento continuo.

Giuseppe Peano [1858-1932]. *Giochi di aritmetica e problema interessanti*. Pavia, Turín 1924, Conclusión.

INDICE

PRÓLOGO DE LA AUTORA.....	5
 PARTE A: MARCO TEÓRICO	
1.- INTRODUCCIÓN.....	12
2.- ¿QUÉ ES STEM?.....	21
3.- ¿QUÉ SE CONSIGUE CON STEM BASADO EN PBL?.....	27
4.- EJEMPLOS ILUSTRATIVOS.....	31
4.1.- ALGUNOS EJEMPLOS.....	31
4.2.- RELACIONES ENTRE LAS MATERIAS.....	35
5.- LIMITACIONES A STEM – PBL.....	37
 PARTE B: PRÁCTICA SOBRE EDUCACIÓN STEM	
1.- INTRODUCCIÓN.....	46
2.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	48
3.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	53
3.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	53
3.2.- EL RETO.....	69
3.3.- MATIZACIONES.....	72
4.- CORRESPONDENCIA CON LOS CONTENIDOS DE LAS ASIGNATURAS.....	73
5.- DIVISIÓN EN TIEMPOS Y MATERIAS Y SU ORGANIZACIÓN.....	79
5.1.- TIEMPOS.....	79
5.2.- MATERIAS.....	82
5.3.- ORGANIZACIÓN.....	85

6.- DESARROLLO DEL PROYECTO.....	90
6.1.- LOS ALUMNOS.....	90
6.2.- LOS RECURSOS.....	94
6.3.- LOS MATERIALES.....	96
6.4.- LAS ACTIVIDADES.....	108
6.5.- EL APRENDIZAJE.....	114
6.6.- LA EVALUACIÓN.....	119
7.- CONCLUSIONES.....	130
8.- REFERENCIAS Y WEBGRAFÍA.....	132
ANEXO I: CORRESPONDENCIA CON EL CURRÍCULO DE ESO.....	135
ANEXO II: EJEMPLO DE RÚBRICA.....	152

PRÓLOGO DE LA AUTORA

Hubo un tiempo, ya muy lejano, en que tuve que decidir a qué dedicarme en la vida. Desde luego yo no fui un caso excepcional, pues todos los que avanzábamos en el instituto debíamos hacerlo. Ya lo habían hecho nuestros antecesores y lo han seguido haciendo nuestros predecesores hasta la actualidad, pero no por ser algo que forma parte de la vida de todo estudiante deja de ser digno de mención debido a lo trascendental de esa elección y a cómo condiciona nuestra vida.

Primero había que escoger entre “Ciencias” y “Letras”. Eso no me resultó complicado, no tuve que pensar mucho, pues era de dominio público que las ciencias tenían más futuro. En aquel entonces había, a mi juicio, en líneas generales, dos tipos de alumnos que se decantaban por las letras: los que tenían una fuerte vocación y deseaban fervientemente seguir alguno de los caminos con ellas directamente relacionados y los que, aun no teniéndola, no se caracterizaban por sus buenas aptitudes o actitudes hacia el estudio y pensaban que las letras les iban a resultar más fáciles.

A partir de ese momento se entraba en la recta final de la enseñanza media y la presión sobre el camino exacto a seguir se acrecentaba día a día. Ahí fue cuando empecé a envidiar a aquellos que tenían las ideas claras, esas almas privilegiadas que desde bien pequeños sabían perfectamente para qué estaban predestinados y conocían las mieles de la “vocación”.

Aun no sabiendo en primera persona lo que es, pues no tengo conciencia de haberla experimentado, siempre he comparado la vocación con la fe. Algunos dicen que la fe se tiene o no se tiene y no se puede comprar, no se puede adquirir, por más dinero que se esté dispuesto a pagar. Al parecer Dios se la otorga a quien quiere. Otros dicen que también hay que buscarla, que hay que esforzarse en encontrarla, y que, si se desea con ahínco, un buen día puedes levantarte y darte cuenta de que la sientes dentro de ti. No ha sido mi caso con la vocación, y reconozco que muy probablemente toda la culpa ha sido mía, pero

me ha resultado enormemente complicado buscar algo sin saber cómo es, ni donde se encuentra.

Sin vocación yo me encontraba perdida y me cuestionaba si había hecho bien decantándome por las ciencias. El latín me gustaba, también los idiomas, incluso la lengua. Estaba segura de que podría ser una gran filóloga, o una avezada intérprete y, sin embargo, me veía obligada a cerrar muchas puertas sin más motivo que la garantía de un futuro profesional más esperanzador. Y el tiempo pasaba, y apremiaba que me decantara por algo.

Medicina parecía interesante, pero requería demasiado tiempo y esfuerzo y una gran responsabilidad que no veía factible abordar sin vocación. Las ingenierías tenían fama de duras y ninguna de ellas me resultaba particularmente atractiva. Entonces pensé en estudiar matemáticas. ¿Por qué no? Las matemáticas eran cosa de listos y yo creía que lo era pues, salvo en educación física, en el resto de asignaturas siempre había sacado muy buenas notas, y sin demasiado esfuerzo. Sin embargo, alguien en mi familia se encargaría de disuadirme. “No estudies matemáticas” me dijo. “Las matemáticas son demasiado teóricas, tienes que buscar otra carrera que sea más práctica”. Según su criterio, los matemáticos se regocijaban buceando entre teoremas, proposiciones, demostraciones, axiomas... era algo así como si las matemáticas fueran el principio y el fin de toda su existencia y vivieran inmersos en un círculo cerrado sin comienzo ni final, en un mundo aislado.

Otro potente argumento suyo era que más del 90% de los matemáticos terminaban dando clase. Ese fue el argumento definitivo. Yo nunca veía nada claro sobre lo que me gustaba, pero sí sabía que no quería ser profesora.

Visto desde la perspectiva de los años, pienso que el motivo principal que yo tenía en aquel entonces para no querer dedicarme a la enseñanza es que me resultaba una profesión demasiado estática, rutinaria y monótona. Año tras año explicando las mismas lecciones, luchando con chicos diferentes en la forma, pero iguales en el fondo, en un puesto de trabajo ubicado en un centro con unos límites físicos demasiado exigüos. No sé. No podría decir en realidad por qué esa profesión me generaba tal rechazo, pero así era.

Finalmente, a pocos meses de concluir el curso de COU, me decidí por Ingeniería de Caminos, porque algo tenía que hacer y porque la persona que me había disuadido de escoger matemáticas había estudiado esa carrera.

Cuando estaba en sexto curso, viendo inmediata mi graduación, dos profesores me propusieron quedarme en su departamento a preparar el doctorado y, entretanto no pudiera ser titular, a ayudarlos con las clases como asociado. Agradeciéndoles la confianza depositada en mí, decliné la invitación. No había pasado yo seis años dejándome la piel en esa ingeniería para terminar siendo profesora. Se suponía que debía lograr algo más grande. De nuevo surgió esa reticencia adquirida. Y, además, por si necesitaba despejar las pequeñas dudas que me asaltaban, apareció otro motivo de peso que terminó de convencerme, y es que no deseaba vivir en Madrid.

Y debo añadir algo más. Cuando al poco de terminar la carrera varios de mis amigos, algunos también ingenieros, me animaron a sacar el CAP, que por aquel entonces era barato, de corta duración y presumiblemente fácil, y aun cuando el hacerlo no me obligaba a nada, sino que simplemente era un añadido, tenía tan sumamente claro que nunca me iba a dedicar a dar clase en un instituto, que desdeñé esa opción con rotundidad y hasta casi con desprecio.

Sin embargo, aquí me encuentro, escribiendo el prólogo de mi Trabajo Fin de Máster de Profesor de Secundaria, el cual, además, me ha llevado dos largos cursos en los que me ha sido tremendamente complicado compaginar trabajo y familia con tantas y tantas horas de clases presenciales, de elaboración de tareas y de estudio para superar pruebas de todo tipo.

He de confesar que, en un principio, cuando comencé este Máster, me arrepentía de no haber cursado aquel CAP años atrás, pero según han ido avanzando los meses, las asignaturas, las vivencias, más me alegro de no haberlo hecho entonces, pues esta experiencia ha sido para mí de vital importancia.

Este Máster me ha hecho reflexionar mucho sobre mí misma y me ha ayudado a descubrirme. Tantas asignaturas en las que he tenido que profundizar en mi interior me han abierto los ojos.

Me explico. Evidentemente no tengo vocación de ingeniera. Nunca la he tenido. A estas alturas no es una sorpresa para cualquier lector de este prólogo. Muchos de mis compañeros de trabajo disfrutaban asistiendo a congresos, seminarios o jornadas sobre innovaciones tecnológicas en nuestra profesión, se empapan de las nuevas normas técnicas con deleite y en sus ratos de ocio, en lugar de leer una novela, y se relajan con artículos técnicos. Yo todo eso lo hago cuando no me queda más opción y siempre como una obligación, porque sé que lo necesito, pero no me procura una especial satisfacción, pues pienso que todo ese tiempo que dedico a ello me impide adentrarme en tantas otras cosas que existen en el mundo.

Hasta ahora pensaba que me había equivocado en mi elección. Llevo muchos años con esa convicción. Pues bien, gracias a este Máster y a las intensas reflexiones que me ha provocado, he descansado por fin. He descubierto que no me equivoqué. No al menos en el sentido más obvio que me llevaría a preguntarme qué tenía que haber escogido para sentirme realizada y satisfecha con mi profesión. No me equivoqué porque cualquier decisión que hubiera tomado en ese momento de mi juventud habría sido equivocada y me habría llevado a la misma insatisfacción. No me equivoqué porque el problema no reside en la elección en sí misma, sino en mi carácter, en mi personalidad, y tengo que agradecer a este Máster que me haya desvelado esa realidad, porque ahora me siento mucho más tranquila y aliviada, sin ese enorme cargo de conciencia que me ha acompañado desde los veinte años.

Ya soy capaz de comprender y asumir que todo me gusta, pero nada me encanta, que lo poco me satisface y lo mucho me agota, que prefiero saciar mi hambre probando una pequeña parte de cada una de las múltiples flores de este jardín que es el mundo y no centrarme en una sola. Ya he averiguado que nunca

seré una gran especialista de nada, pero sí una buena conocedora de muchas cosas.

También me ha ayudado a ver con unos ojos diferentes la profesión de profesor. Sinceramente tengo que decir que he necesitado llegar a este Máster para poder encontrar a profesores de matemáticas entusiasmados con su materia y que han sabido contagiarnos ese entusiasmo

Por ello creo firmemente que esta experiencia vital es lo más importante que he sacado de este Máster y que se encuadra en un nivel muy superior a todos los conocimientos teóricos que haya podido adquirir, que son muchos.

De este modo, aunque comencé el Máster, como siempre, sin vocación, motivada fundamentalmente por abrir la posibilidad de desarrollar un trabajo cercano a mi lugar de nacimiento y cambiar drásticamente mi actividad laboral actual, tengo el convencimiento de que mi forma de ser y mi bagaje son muy positivos a la hora de dedicarme a la docencia. Me refiero a que el dividir los conocimientos y no concentrarse en uno solo, como es mi caso, no resta, sino que multiplica, ya que la variedad de saberes contribuye a una integración de los valores humanos desde un punto de vista crítico y confiere una visión humanista del mundo, ayudando a estimar la diversidad y a no menospreciar lo que cada disciplina puede tener de positivo y sus aportaciones al desarrollo personal y social. Todos los saberes son relevantes y muy positivos a la hora de poder transmitirlos de una manera integrada a los que vienen detrás, y en especial para poder poner en práctica el aprendizaje por competencias. De hecho, por lo que he podido comprobar en este Máster, en muchos aspectos, me desenvuelvo mejor y soy capaz de resolver con más soltura y con un desarrollo mucho más claro y adecuado al nivel de secundaria, problemas y ejercicios típicos de ese nivel, mejor que muchos de mis compañeros, incluidos los que han estudiado matemáticas. Con esto no quiero decir, ni mucho menos, que sepa más matemáticas que ellos, ni que vaya a ser mejor profesor que ellos, pero quizás llegue a conectar mejor con los alumnos.

Mi falta de embeleso hacia una materia concreta no está reñida con mi capacidad de esfuerzo, sacrificio, exigencia y mejora personal. Con este Máster se ha acrecentado mi dinamismo y en el período de prácticas he podido verme con soltura a la hora de abordar la enseñanza desde distintos puntos de vista, de buscar la variedad y de huir de la monotonía. De ahí que mi trabajo fin de Máster tenga que versar sobre un enfoque de la enseñanza que contemple esos ingredientes: variedad, dinamismo, atractivo, diversión, multiplicidad o viveza. Por eso me he decidido por algo que todavía es novedoso en España pero que casa perfectamente con esos adjetivos y eso es STEM, CTIM en español.

En este trabajo he optado por utilizar STEM en lugar de CTIM, pues el término en inglés es el más conocido por ser el que se utiliza a nivel mundial, no en vano el inglés es la lengua franca de nuestros días.

Confío en que mi extensa confesión personal sobre cómo soy y de qué manera entiendo la vida y, en particular, el proceso de enseñanza-aprendizaje, sirva para explicar qué es lo que ha motivado mi elección de este trabajo y, por tanto, pueda aceptarse como justificación del mismo.

Las asignaturas cursadas en el Máster, al completo, han sido muy productivas, aunque no todas ellas tienen la misma aplicación en este trabajo. Por ello debo citar en concreto las tres asignaturas del Módulo Genérico y, del Módulo Específico, Didáctica de la Matemática, Metodología y Evaluación, Innovación Docente, Diseño Curricular y las Prácticas Externas.

Las ocho citadas me han ayudado en gran medida a la hora de elaborar mi propuesta de trabajo que, evidentemente, procura tener en cuenta las diferentes personalidades y características de los estudiantes y planificar cómo resolver la más que probable situación en la que deban interactuar alumnos con diferentes capacidades y ritmos de aprendizaje.

Por otra parte, he podido aplicar instrumentos motivacionales que favorezcan el rendimiento y que consigan un buen clima en el aula.

Gracias a los conocimientos adquiridos en esas asignaturas he diseñado una actividad que no sólo conseguirá inculcar conocimientos teóricos y prácticos sino que servirá para educar también en valores de respeto, aceptación, convivencia y apoyo, y contribuirá a que los alumnos sean mejores ciudadanos.

Asimismo, he intentado aplicar en este trabajo estrategias para estimular el esfuerzo de los estudiantes y potenciar su capacidad de aprender por sí mismos y con otros, así como diferentes modalidades y técnicas de evaluación, entendiendo ésta última como un instrumento de aprendizaje, regulación personal y estímulo al esfuerzo.

Y al decantarme por la metodología PBL (Project Based Learning), que funciona de manera grupal con muy buenos resultados, aunque también permite el desempeño personalizado e individual, se pone en práctica lo estudiado al respecto del desarrollo y diseño de espacios de aprendizaje que hagan especial hincapié en la equidad, la educación emocional y la igualdad de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres con el fin de facilitar a nuestros alumnos la vida en sociedad.

PBL facilita el aprendizaje y da valor extra a las aportaciones de los estudiantes, y también requiere trabajo y esfuerzo personal de los profesores, pero, sobre todo, colaboración entre docentes.

Todo ello, repito, habría sido imposible sin haber cursado este Máster, pues mi desconocimiento previo de todos los aspectos mencionados anteriormente era total.

Quiero terminar este prólogo agradeciendo a todos mis profesores de este Máster su dedicación, su apoyo y el gran esfuerzo realizado, y a mi familia, mi esposo y mis hijos, que con tanta generosidad han soportado mis ausencias durante largos días y el abandono debido a mis muchas horas de trabajo, pero que siempre han estado a mi lado.

PARTE A: MARCO TEÓRICO

1.- INTRODUCCIÓN.

La asignatura de matemáticas tiene fama de complicada y muchos alumnos no se sienten atraídos por ella o, incluso, muestran una cierta aversión hacia su aprendizaje. Sin embargo, no es menos cierto que las matemáticas son útiles y necesarias para la vida, por ello deben estar pensadas para todos, y no sólo para aquellos a los que más les gustan o sienten más atracción por ellas.

De hecho, es fundamental que los alumnos afronten su estudio con animosidad, sin miedo y con la convicción de que pueden lograr el éxito.

Por otra parte, y aunque algunos profesores puede que no compartan esta idea, su función en el aula no es, o no debería ser, la de **enseñar matemáticas**. Lo que tienen que pretender, y entender como una obligación, es **ayudar a que los alumnos aprendan matemáticas**. Un buen docente no es el que simplemente enseña sino el que consigue que sus alumnos aprendan.

Exponer una materia en una clase y ayudar a aprender son dos cosas muy distintas. ¿Por qué? Pues porque uno enseña algo, llega a la clase y muestra imágenes, lee artículos que cree interesantes, cuenta detalles importantes, escribe fórmulas, explica teoría, recomienda hacer ejercicios, y sus pupilos pueden prestar atención o no y hacer caso o no a lo que se les dice. En definitiva, en la tradicional metodología expositiva, los alumnos no son necesarios. Se podría hacer lo mismo, aunque la clase estuviera vacía, o aunque estuviera llena, y todos fueran sordos y ciegos. Sin embargo, para ayudar a aprender matemáticas, o cualquier otra cosa, y conseguirlo..., **y hay que incidir en ello**, y conseguirlo, se necesita de su interés, de su disposición, de sus ganas. Se necesita que quieran aprender. Porque esa motivación y deseo, esa actitud positiva hacia las matemáticas o hacia cualquier otra asignatura, es fundamental e imprescindible.

Evidentemente todos los alumnos no pueden aprender en el mismo grado, pero todos deben aprender algo. Si un alumno no aprende no sólo fracasa él, sino su profesor y, en el fondo, de alguna manera, toda la clase habrá fracasado.

En una encuesta realizada a tres alumnos de secundaria de un colegio concertado, algunos comentarios que hicieron al preguntarles sobre la asignatura de matemáticas fueron los siguientes: **“Es que las matemáticas son un rollo, vaya cosa más aburrida, es la asignatura que menos me gusta”**, **“Yo lo intento, pero no se me dan bien, me cuesta mucho entenderlas, son demasiado difíciles para mí”**, **“Pues a mí me molan mucho porque me ayudan a estrujar el coco y no se trata de chapar todo el rato, sino de razonar, que para eso está la cabeza, y no solo para sujetar el pelo”** **“A mí me parece que las matemáticas son fáciles porque no hay que estudiar, sólo entender, aunque luego siempre suspendo”**

Al preguntarles sobre sus relaciones con los compañeros y sobre el trabajo en equipo, nos encontramos con respuestas de este tipo: **“Siempre me han caído mal todos los que hacen la pelota a los profesores y los que siempre salen voluntarios a corregir”** **“No me gusta mucho el trabajo cooperativo porque no nos ponemos de acuerdo en la manera de hacer las cosas y a veces hay que presentarlo de una forma que no sería la que yo hubiese escogido”** **“Me gusta el trabajo en equipo porque si uno falla o no sabe algo otro del grupo puede remediarlo con sus conocimientos. Así es más fácil hacerlo bien”** **“No me gustan los grupos porque siempre termino yo haciéndolo todo”**.

Esa es la riqueza de la diversidad y la diversidad es la riqueza de la vida. Sea lo que sea lo que piensen los alumnos, se les debe transmitir la idea de que todos somos diferentes y por eso tenemos diferentes gustos y a unos se nos dan mejor unas cosas y a otros, otras y no por eso nadie es más ni menos. Todos somos diferentes, sí, pero todos somos importantes y, en general, en cada clase, todos tienen inteligencia y capacidad suficiente para aprender sobre cualquier asignatura, y las matemáticas no son una excepción, **sólo necesitan querer aprender**. De ahí el dicho: **“QUERER ES PODER”**.

Profundizando un poco más, el estudio de las matemáticas tiene una triple finalidad:

1.- Finalidad formativa

2.- Finalidad instrumental

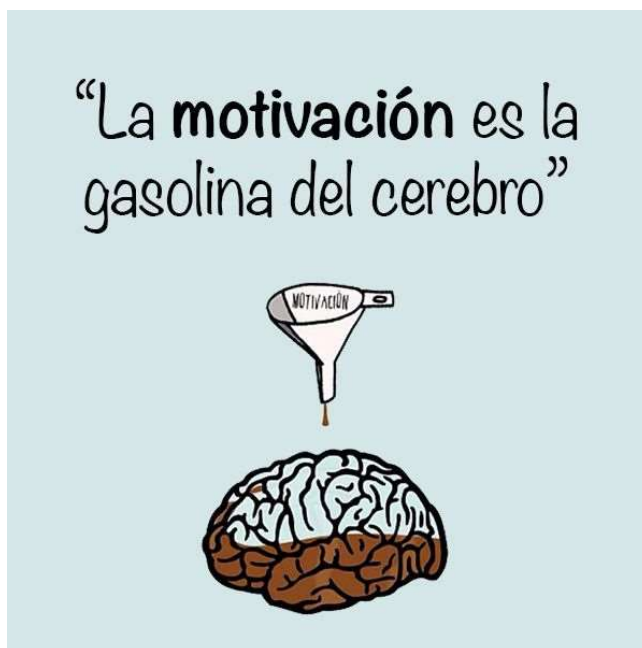
3.- Finalidad aplicada

La finalidad formativa se refiere al conocimiento matemático en sí mismo y a cómo éste ayuda a establecer procesos de razonamiento lógicos muy necesarios para el desarrollo formativo de los individuos. Desde ese punto de vista, se trata de valorar el conocimiento matemático por lo que aporta como bagaje cultural, como saber y como fundamento y base necesarios para adquirir un posible conocimiento mayor, para poder profundizar en el propio aprendizaje de esa materia. Por otra parte, las matemáticas configuran actitudes y valores en los alumnos, pues garantizan una solidez en sus fundamentos, seguridad en los procedimientos y confianza en los resultados obtenidos. Todo esto crea en los niños una disposición consciente y favorable para emprender acciones que conducen a la solución de los problemas a los que se enfrentan cada día.

La finalidad instrumental se refiere a la utilidad que tienen las matemáticas para el aprendizaje de otras disciplinas. Desde este punto de vista, la matemática es un instrumento indispensable para abordar el estudio y aplicación de las disciplinas científicas. En todas las ciencias está presente la matemática y por tanto puede usarse la relación matemática-ciencias como recurso didáctico en cualquier nivel educativo. Es absurdo el divorcio ciencias y matemática en el aula, como si no estuviesen relacionadas, y hayan vivido separadas a lo largo de la humanidad. En cierta medida, esa separación ha contribuido a que la matemática se vea como una ciencia apartada de las demás, colocándola en un lugar casi imposible de acceder.

Lo lógico sería ofrecer al estudiante un acercamiento a otras ciencias desde la matemática y viceversa, percibiendo que todos los campos del saber están relacionados de alguna manera y mostrar la profunda transdisciplinariedad de las ciencias. Para ello se debe realizar una exposición reflexiva de la matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico.

La finalidad aplicada se refiere a las aplicaciones de la matemática a la vida cotidiana. Desde este punto de vista se trata de transmitir que las matemáticas no sólo se estudian y se enseñan, no sólo sirven en sí mismas para sí mismas o para otras disciplinas de estudio, no sólo se limitan al mundo académico, sino que también se utilizan en el mundo real. Los conocimientos matemáticos son enormemente útiles en infinidad de situaciones vitales, no sólo a nivel individual, sino colectivo, como medio de ayuda intrapersonal e interpersonal. Es fácil mirar a nuestro alrededor y contemplar la cantidad de aplicaciones que surgen de las matemáticas, ya que a lo largo del día realizamos una infinidad de procesos matemáticos y nos relacionamos con esta ciencia de una manera directa o indirecta. Pero también parece que esas aplicaciones prácticas de esta disciplina han estado lejos de las aulas.



Por todo lo anteriormente expuesto los profesores deben buscar motivos, ofrecer motivos a sus alumnos, animar a que los alumnos busquen motivos que los lleven a esforzarse en aprender. Es lo que se llama el dominio afectivo. Esos motivos, o metas, pueden ser muy variados:

METAS QUE ORIENTAN LA ACTIVIDAD ESCOLAR
METAS RELACIONADAS CON LA TAREA <ul style="list-style-type: none">• Incrementar la propia competencia (aprender).• Disfrutar con la realización de la tarea por su novedad o porque se experimenta el dominio sobre ella.
METAS RELACIONADAS CON LA POSIBILIDAD DE ELEGIR <ul style="list-style-type: none">• Hacer la tarea porque uno mismo -y nadie más- la ha elegido.
METAS RELACIONADAS CON LA AUTOESTIMA <ul style="list-style-type: none">• Conseguir una evaluación positiva de la propia competencia.• Evitar una evaluación negativa de la propia competencia.
METAS SOCIALES <ul style="list-style-type: none">• Conseguir ser aceptado socialmente.• Evitar ser rechazado socialmente.
METAS EXTERNAS <ul style="list-style-type: none">• Conseguir cualquier cosa que pueda ser reconfortante.• Evitar cualquier cosa que pueda ser aversiva.

Por ejemplo:

- Es una asignatura muy importante y sus conocimientos me van a valer para desenvolverme en el mundo, para vivir mejor mi vida (valor aplicado)
- También me van a valer para ayudar a los demás, a mis padres, a mis amigos, a mis familiares, y quizás también a mis hijos si algún día los tengo. (ser “matemáticos” - aprender)
- Es una asignatura divertida con la que aprendes a razonar. (valor funcional/formativo - disfrute)

- Me lo paso bien resolviendo problemas. (gusto-disfrute)
- Los conocimientos de esta asignatura son necesarios para otras asignaturas y si no los tengo claros me van a costar más esas otras. (valor instrumental)
- Si no aprendo y no demuestro lo que sé, no apruebo y a lo mejor tengo que repetir curso. Si este año no aprendo lo suficiente, el año que viene me resultará más difícil aún. (evitar perder)
- Me voy a esforzar para demostrarme a mí mismo que soy capaz. (auto concepto- evaluación positiva)
- Me gustaría que mi familia y mis compañeros vieran lo que soy capaz de conseguir. (autoestima)
- No quiero que me traten por tonto, porque no lo soy. (creencias, etiquetas)
- No quiero que me castiguen por sacar malas notas. (refuerzo-castigo)
- Me han prometido que, si me esfuerzo y saco buenas notas, tendré una buena recompensa. (conseguir bienes o servicios)

En fin, cualquiera de esos, o varios de ellos, u otros diferentes, los que quieran, pero han de buscar motivos y agarrarse a ellos para tener ese entusiasmo que hace falta en el aprendizaje.

¿Qué más podemos decir sobre el aprendizaje?

Bien, dentro de las teorías constructivistas del aprendizaje, mi apuesta es la **teoría genética del aprendizaje**, que defiende que lo que más ayuda a aprender son **los conocimientos que ya se tienen en la memoria** porque **los nuevos conocimientos se enganchan a los primeros**. Si intentamos buscar una manera fácil de explicarlo, que llegue a todo el mundo, podríamos decir que es algo así como si los conocimientos fueran arandelas con un ganchito en su parte inferior. Las arandelas nuevas se van enganchando en las antiguas, en las que ya están dentro de la mente y una vez enganchadas, tanto las antiguas como las que van entrando, sirven de enganche a otras que vendrán después.

Pero a veces, las cosas que ya hemos aprendido las tenemos un poco olvidadas, llenas de polvo en el desván de la memoria y tenemos que desempolvárlas. Otras veces, sabemos cosas, pero ni siquiera nos damos cuenta de ello, ni somos conscientes de cómo tenemos que hacer para relacionar una información con otra. La cuestión es que necesitamos recordar, necesitamos activar los conocimientos que tenemos dentro. Por eso, **lo primero que debería hacer un profesor en el aula antes de empezar cada lección es partir de lo que ya se sabe para provocar los nuevos aprendizajes.**

¿Y cómo hacerlo?

Hay muchas maneras. Una de ellas es que el profesor prepare unas preguntas, por escrito, sobre las competencias que los alumnos deberían tener de cada tema, y ellos en casa, con sus tabletas, sus móviles, sus ordenadores, con los libros de años anteriores, con la ayuda de sus padres, **COMO QUIERAN**, las contesten, pueden ser preguntas tipo test, definiciones, preguntas cortas, ejercicios sencillos, algún problema...

Al día siguiente o dos días después, en clase, el profesor puede establecer una división en grupos de 3, 4, 5 o 6 alumnos, según entienda conveniente, para que entre ellos comparen las respuestas. Los alumnos tendrán que poner en común las contestaciones o las soluciones individuales que, evidentemente, no tienen por qué ser idénticas y finalmente cada grupo debe estar de acuerdo en unas soluciones únicas que serán su apuesta grupal. Uno o varios del grupo explicarán la solución explicando por qué y el profesor lo valorará.



¿Por qué y para qué sirve hacer esto?

Pues porque además de aprender matemáticas, lengua, inglés, y todas las demás asignaturas, existen unas competencias básicas que todos los alumnos deben desarrollar y que los profesores deben estimular. Una de ellas es **“APRENDER A APRENDER”**, es decir, que ellos mismos deben ingeniárselas para adquirir conocimientos, para buscar información, para ser conscientes de lo que saben y de lo que no. Otra de esas competencias es **“AUTONOMÍA E INICIATIVA PERSONAL”**, es decir, tienen que ser responsables, trabajadores, tienen que conocerse a sí mismos y ser capaces de investigar, elegir, decidir, afrontar riesgos, controlarse, tener criterio propio y defenderlo, afrontar los problemas. Otra competencia es **“EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y COMPETENCIA DIGITAL”**, que consiste en que tengan habilidades para buscar información para luego transformarla en conocimiento, información en todos los formatos posibles, apoyándose en la valiosa herramienta que suponen las TIC. También se requiere que logren otra competencia llamada **“COMPETENCIA SOCIAL Y CIUDADANA”** en la que es muy importante cooperar, compartir, convivir, aceptar y desenvolverse socialmente con los demás, aceptando las diferencias y las peculiaridades de los otros y tratando de lograr el entendimiento con los que les rodean para hacer un mundo mejor, una clase mejor. Y, por qué no, ayudar y dejarse ayudar. Es

importante que comprendan que todos somos distintos, pero todos somos valiosos, que nadie es mejor que nadie y que todos en conjunto podemos complementarnos y ayudarnos mutuamente a mejorar. Por ello es tan importante el trabajo en equipo, cooperativo y colaborativo. Otra competencia es la “**LINGÜÍSTICA**”. Las matemáticas tienen un lenguaje especial, unos símbolos y notaciones particulares que, además, son universales, pero, por otra parte, se pretende que los alumnos sean capaces de transmitir ideas, de convencer mediante la justificación, de hacer su pensamiento visible ante los demás, ante sus compañeros y ante cualquiera, por ello también se ha de potenciar esa habilidad o esa capacidad personal, por medio de la práctica.

El Pensamiento Visible, ideado por los investigadores Ron Ritchhart y David Perkins, argumenta que las personas pueden dirigir y mejorar sus pensamientos cuando se exteriorizan a través de la conversación, la escritura, el dibujo u otros métodos. Esto se logra a través de las rutinas de pensamiento, que son estrategias concretas que ayudan a que el pensamiento se haga un hábito, una especie de código que sólo los que pasan por este enfoque pueden entender.

Resumiendo, se trata de que los estudiantes aprendan a pensar, a comportarse dentro y fuera del aula, con los demás y para los demás, se trata de que aprendan a decidirse, a tomar iniciativas, a asumir riesgos, a razonar, y también a ser cabales, sensatos y concienciados con el mundo, con la sociedad. Se trata, en definitiva, de que poco a poco aprendan a ser personas, a madurar y a convertirse en adultos responsables y positivos para la sociedad, pero sobre todo para ellos mismos.

2.- ¿QUÉ ES STEM?

El término STEM es el acrónimo de los términos en inglés:

Science, Technology, Engineering and Mathematics

CTIM en Español (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas).

El término fue acuñado por la National Science Foundation (NSF) en los años 90 en Estados Unidos.

El término STEM, a secas, únicamente sirve para agrupar a las 4 grandes áreas de conocimiento en las que trabajan científicos e ingenieros. El concepto “Educación STEM” (del inglés STEM Education) se ha desarrollado como una nueva manera de enseñar conjuntamente Ciencia, Matemáticas y Tecnología (en general, no solo informática) con dos características bien diferenciadas:

- Enseñanza-aprendizaje de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas de manera integrada en lugar de como áreas de conocimiento compartimentadas.
- Con un enfoque de Ingeniería en cuanto al desarrollo de conocimientos teóricos para su posterior aplicación práctica, enfocados siempre a la resolución de problemas tecnológicos.

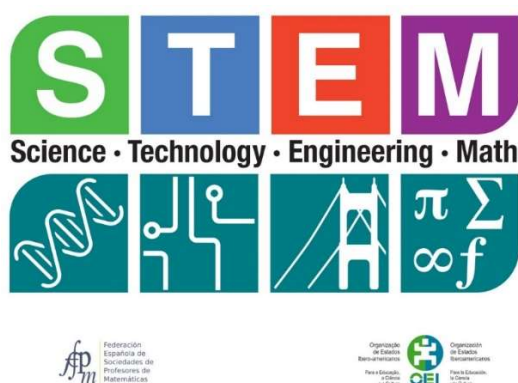
La esencia de la Ingeniería es el diseño y construcción de objetos y sistemas que resuelvan un problema. La evolución educativa que supone la Educación STEM en el s XXI es que la Ingeniería y sus métodos se abren paso también en el currículo de la Educación Primaria y Secundaria de igual modo que la Ciencia y el método científico se han incorporado al currículo en el siglo XX.

La relación existente entre Matemáticas, Ciencia y Tecnología es inherente a estas disciplinas. De lo que se trata es de provocar de manera intencionada procesos de investigación científica para el aprendizaje conjunto de nuevos conceptos de Matemáticas, Ciencias y Tecnología dentro de un proceso práctico de diseño y resolución de problemas, tal y como se hace en Ingeniería en el mundo real. La investigación actual de la aplicación del proceso de

aprendizaje basado en Proyectos y Educación STEM demuestra que la realización de Proyectos puede aumentar el interés de los alumnos en Ciencias, Tecnología, Ingeniería, y Matemáticas (STEM), ya que involucran a los estudiantes en la solución de problemas auténticos, trabajan en equipo, y construyen soluciones reales y tangibles.

En una Educación STEM, los estudiantes trabajan en equipo y aprenden a resolver problemas reales sobre los que deben tomar decisiones y reflexionar; aumentan su capacidad para resolver problemas de forma creativa así como el pensamiento crítico individual, su autoestima e impulsan sus capacidades comunicativas. La experimentación en primera persona les permite mejorar la retención de los conceptos aprendidos a largo plazo.

Por tanto, cuando hablamos de STEM nos referimos, como ya se ha indicado, a una educación basada en un acercamiento al aprendizaje que trata de eliminar las tradicionales barreras que separan las cuatro disciplinas integrándolas en un mundo real con rigor y que proporciona relevantes experiencias de aprendizaje para los estudiantes.



Los estudiantes del siglo XXI necesitan desarrollar sus capacidades en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas a niveles mucho más elevados de lo que se consideraba aceptable en el pasado, fundamentalmente debido al desarrollo de las nuevas tecnologías. Y no se trata de introducir dos nuevas asignaturas en el currículo, sino de integrar la práctica de la tecnología y la ingeniería en las lecciones ya existentes de matemáticas y ciencias.

STEM está basado en el conocimiento y entendimiento o comprensión de conceptos y procesos matemáticos y científicos que se requieren para tomar decisiones personales y participar en cuestiones cívicas, culturales, económicas y de muchos otros ámbitos.

La diferencia entre el enfoque STEM y los procesos de enseñanza–aprendizaje tradicionales reside en el hecho de que los estudiantes realizan conexiones entre materias, y no sólo con las materias STEM, sino con otros conocimientos. Por tanto, es un aprendizaje basado en el conocimiento, en lo que se quiere que los alumnos aprendan y sean capaces de hacer.

En la actualidad, el impulso de iniciativas STEM se ha convertido en uno de los objetivos fundamentales de la planificación educativa no sólo de países como Estados Unidos, Reino Unido o Finlandia, sino también del conjunto de la Unión Europea y de diversos organismos internacionales. Incluso compañías líderes en diversos sectores, pero en general muy vinculadas al ámbito tecnológico, han unido esfuerzos con las administraciones públicas para desarrollar programas o iniciativas de fomento de las vocaciones tecnológicas entre los jóvenes.

En España se utiliza todavía de manera incipiente y fundamentalmente en la educación primaria.

Algunos ejemplos de aproximaciones de aula los podemos encontrar en los materiales generados por el conjunto de proyectos europeos STEM, y recogidos en la plataforma Scientix, de European Schoolnet, en los recursos disponibles en el National STEM Centre, del Reino Unido, o las actividades del proyecto Engage, que promueve una investigación e innovación responsables desde un enfoque indagativo y a partir de áreas de conocimiento científico controvertidas.

STEM tiene tres niveles de integración crecientes. Realmente podríamos partir de un nivel 0, que no sería propiamente STEM. Ese nivel cero es lo que llamaríamos la enseñanza *Disciplinar*, que consiste en aprender conceptos y destrezas de cada disciplina por separado. El primer nivel sería el *Multidisciplinar*, en el cual se aprenden conceptos y destrezas separadamente, en cada disciplina, pero en referencia a un tema común, es decir, involucra varias

disciplinas de tal manera que cada una aporta desde su espacio al tema en cuestión. El segundo nivel, el *Interdisciplinar*, sería aquel en el que se aprenden conceptos y destrezas de dos o más disciplinas de forma conectada, es decir, las disciplinas interaccionan, no actúan separadamente. Por último, tendríamos un el tercer nivel, el llamado *Transdisciplinar* o integrado que abarca varias disciplinas de forma transversal y en el que se resuelven problemas o se diseñan proyectos del mundo real que interconectan dos o más disciplinas pero que están por encima de todas ellas, configurándose su ámbito de acción por encima de esas disciplinas, de tal manera que, mediante la consecución de ese proyecto los estudiantes amplían sus conocimientos y destrezas de esas disciplinas como consecuencia, no como objetivo, dando forma a una nueva experiencia de aprendizaje.

No es sencillo explicar esos tres términos, que habitualmente se confunden, sobre todo lo que es multidisciplinar e interdisciplinar.

Mi apuesta en este trabajo es restringirme al nivel 1, el Multidisciplinar, en torno a un proyecto común.

Pero podemos dar todavía un paso más.

Cuando se conjugan las habilidades artísticas y creativas con la educación STEM se ponen en valor aspectos como la innovación y el diseño, el desarrollo de la curiosidad y la imaginación, la búsqueda de soluciones diversas a un único problema... Es entonces cuando se produce la transformación en STEAM, donde la A hace referencia a Arts, y por extensión, a las disciplinas artísticas.

Esta transformación, liderada en un primer momento por la Rhode Island School of Design (USA), ha atravesado el Pacífico y el Atlántico y, por ejemplo, Corea del Sur ha desarrollado un modelo propio de educación STEAM, y en un entorno más cercano, el 17 y 18 de abril de 2015, en Barcelona, se celebró la 1ª Conferencia Internacional STEAM con el objetivo de reunir algunos de los proyectos más destacados y evaluados en el campo de la investigación, la metodología y, muy especialmente, la práctica relativa a la aplicación de STEM y STEAM, tanto en Europa como en Estados Unidos.

Así pues, mediante el trabajo conjunto multidisciplinar, interdisciplinar o integrado y su aplicación a problemas reales, STEAM pretende otorgar una perspectiva creativa y artística a la educación STEM, y de este modo, complementar el aprendizaje de contenidos científicos y tecnológicos con el desarrollo del pensamiento divergente y el incremento de la creatividad del alumnado, pues tradicionalmente las artes han sido las encargadas de desarrollar y fomentar esas cualidades.

Por tanto, los profesores, en su trabajo de planificar cómo y de qué manera enseñar holísticamente dentro de la educación STEM, tienen la oportunidad de proporcionar lecciones más significativas y motivadoras.

¿Y cómo llevar a cabo una enseñanza y un aprendizaje STEM?

Pues bien, PBL (Project Based Learning) en inglés o en español ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) es particularmente apropiado para STEM.

Haciendo un inciso he de decir que el término ABP está muy extendido en España, dado el número de publicaciones y artículos en español que usan ese acrónimo. Sin embargo, y aunque soy partidaria de defender la utilización de expresiones en nuestra lengua, en este caso, y para guardar coherencia entre los términos, ya que STEM es en inglés, he considerado oportuno utilizar para este trabajo la expresión individual PBL y la conjunta STEM-PBL, en lugar de ABP y STEM-ABP.

Volviendo al aprendizaje basado en proyectos, es una metodología que permite a los alumnos adquirir los conocimientos y competencias clave en el siglo XXI mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real. El aprendizaje y la enseñanza basados en proyectos forman parte del ámbito del "[aprendizaje activo](#)". Dentro de este ámbito encontramos junto al aprendizaje basado en proyectos otras metodologías como el aprendizaje basado en tareas, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por descubrimiento o el aprendizaje basado en retos.

Todas estas estrategias de enseñanza y aprendizaje establecen una diferencia respecto a la "enseñanza directa" porque, entre otras cosas,

- el **conocimiento** no es una posesión del docente que deba ser transmitida a los estudiantes sino el resultado de un proceso de trabajo entre estudiantes y docentes por el cual se realizan preguntas, se busca información y esta información se elabora para obtener conclusiones.
- el **papel del estudiante** no se limita a la escucha activa sino que se espera que participe activamente en procesos cognitivos de rango superior: reconocimiento de problemas, priorización, recogida de información, comprensión e interpretación de datos, establecimiento de relaciones lógicas, planteamiento de conclusiones o revisión crítica de preconceptos y creencias.
- el **papel del docente** se expande más allá de la exposición de contenidos. La función principal del docente es crear la situación de aprendizaje que permita que los estudiantes puedan desarrollar el proyecto, lo cual implica buscar materiales, localizar fuentes de información, gestionar el trabajo en grupos, valorar el desarrollo del proyecto, resolver dificultades, controlar el ritmo de trabajo, facilitar el éxito del proyecto y evaluar el resultado.

La enseñanza basada en proyectos planea realizar con los estudiantes alguna actividad práctica, algo que haga que el estudiante aplique los conocimientos de manera tangible y concreta y que sea responsable de sus propios actos.

Los estudiantes siguen necesitando aprender los mismos conceptos y destrezas en Ciencia y Matemáticas como sucedía antes, pero deben ser capaces de usar diferentes tipos de tecnologías, todas las que estén a su alcance y de desarrollar el pensamiento ingenieril que, en el caso de STEM-PBL consistiría en identificar y comprender los obstáculos más importantes para poder realizar el proyecto, deduciendo cuáles son las mejores soluciones para afrontar las limitaciones encontradas.

3.- ¿QUÉ SE CONSIGUE CON STEM BASADO EN PBL?

PBL requiere la realización de tareas en equipo. Este tipo de tareas que se desarrollan en conjunto suponen un **reto, un desafío**, no solo entre los propios alumnos de un grupo sino, sobre todo, con respecto a los demás grupos. Pero, a la vez, dentro del grupo, y en la clase en su conjunto, ha de crearse un clima de colaboración, porque hay que identificar el problema y sus restricciones, investigar, idear, analizar las ideas, construir, comprobar y pulir y finalmente exponer los resultados delante de los demás, delante de toda la clase y de los profesores, lo que potencia **el debate como recurso fundamental y como medio valioso que permite la gestión de la información y el conocimiento y el desarrollo de las habilidades comunicativas de los chicos**. Es decir, el resultado final dependerá de la implicación y trabajo de todos. Esto ayuda a que, a través de la resolución conjunta de tareas, los miembros de cada grupo, en colaboración interna y en colaboración con los otros grupos, **compartan y construyan el conocimiento mediante el intercambio de ideas**. Y dado que deberán exponer delante de toda la clase los resultados, se potencia y valora la capacidad de los alumnos de expresarse correctamente en público, así como sus habilidades comunicativas y se prepara a los alumnos para la vida en la sociedad contemporánea, que es una sociedad que requiere esfuerzos colaborativos para solucionar problemas.



Por supuesto no hay que olvidar la necesidad de que la metodología PBL bajo el enfoque STEM garantice el desarrollo y adquisición por parte del alumnado de las competencias del currículo, pero no por eso es menos cierto que una de las mejores maneras de lograrlo es potenciar la iniciativa personal, la autonomía, la responsabilidad y el trabajo en equipo colaborativo.

El sistema económico y social en que vivimos es competitivo y precisa dedicación y mucho trabajo personal pero, salvo casos muy concretos, es imprescindible interaccionar con compañeros, subordinados, superiores, clientes...y del buen desarrollo de esas interacciones depende el éxito o el fracaso. Sin embargo, las relaciones deben ser suaves, flexibles y colaborativas, pues generan un clima de bienestar positivo, mucho más productivo que las rencillas, las luchas, las envidias o las confrontaciones.

Podríamos decir que con STEM basado en PBL se **consiguen los siguientes objetivos de una manera mucho más eficaz:**

- **Enseñar a pensar, dejando libertad de acción.**
- **Enseñar a decidirse, a decantarse por una entre las distintas posibilidades y a aceptar, asumir y valorar los resultados de las decisiones tomadas.**
- **Enseñar a comportarse responsablemente, sabiendo que del comportamiento y actitud individual depende la consecución de objetivos común y que la unión hace la fuerza.**
- **Enseñar a convivir, a relacionarse de forma asertiva, a compartir, a aceptar la diversidad, a valorar las diferencias y lo positivo que cada uno puede aportar al equipo, a la clase**
- **Enseñar a ser persona.**

Las metodologías tradicionales basadas en la clase magistral y la resolución de ejercicios que persisten en concentrarse en la Matemática como si estuviera dentro de una burbuja, aunque no son completamente ineficaces, deben ser complementadas con otras más novedosas que tratan de potenciar la

finalidad instrumental y la finalidad aplicada ya mencionadas y que tratan de que el alumno sea, incidiendo en ello de nuevo, **responsable de su aprendizaje**, que entienda que no ha de esperar a que el profesor le proporcione toda la información y a que le diga con todo detalle lo que debe hacer, sino que él es capaz, **por sí mismo**, utilizando su inteligencia y su capacidad de razonamiento, de buscar información y aprender **autónomamente**. **Y además, seleccionando y utilizando recursos diferentes.**



Insistir de nuevo en que PBL en sí mismo y bajo el enfoque STEM más aún, si cabe, es una metodología que puede conseguir el objetivo deseado porque:

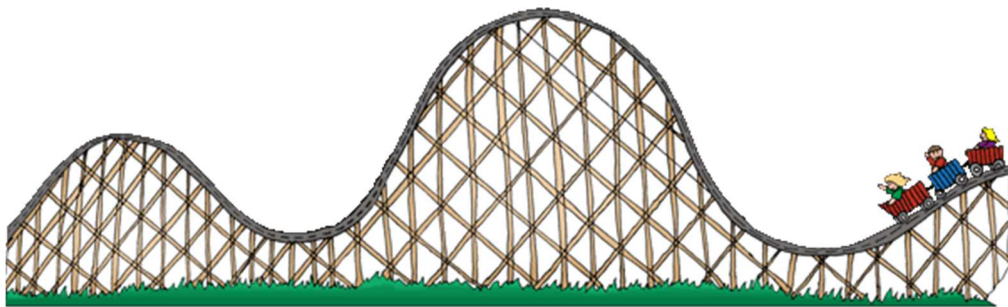
- Hace hincapié y se centra en la integración de materias.
- Establece relevancias entre destrezas o conocimientos.
- Enfatiza las destrezas del siglo XXI en el sentido de que los conocimientos no son lo importante, sino cómo éstos se aplican a solucionar problemas.
- Potencia el pensamiento crítico.
- Practica la comunicación.
- Reta a los estudiantes, de tal manera que existen desafíos, intriga y divertimento. Y el término “reto” no se refiere a que unos estudiantes vayan en contra de los otros, no, se refiere a toda la clase pensando y ayudándose entre ellos, aprovechándose de las particulares habilidades de cada uno.

- Los estudiantes trabajan en equipo y aprenden a tomar decisiones conjuntas porque llevan a cabo investigaciones, colaboran y diseñan hipótesis.
- Aumentan su capacidad para la resolución de problemas de manera creativa.
- Mejoran el pensamiento crítico individual.
- Mejoran su autoestima.
- Impulsan sus capacidades comunicativas.
- Aprenden mediante la experimentación en primera persona, mejorando con ello la retención a largo plazo de los conceptos aprendidos.
- Utilizan tecnologías emergentes, minimizando la sensación “intimidatoria” que a veces producen.
- Disparan su imaginación y sus ganas de crear cosas nuevas con aquello que aprenden.

4.- EJEMPLOS ILUSTRATIVOS

4.1.- ALGUNOS EJEMPLOS

A) Supongamos que el trabajo que se propone a los alumnos es que realicen la construcción de una montaña rusa.



Evidentemente, en la consecución de ese proyecto, los alumnos van a reconocer en las matemáticas una poderosa y fundamental herramienta para entender el mundo físico. Empiezan haciéndose preguntas, viendo modelos reales o simulaciones a través del análisis de sistemas existentes.

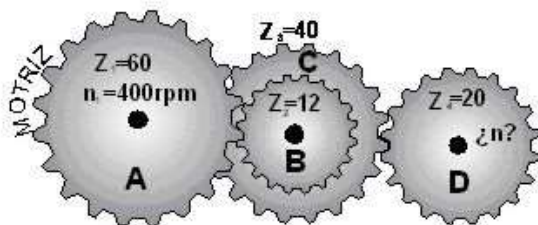
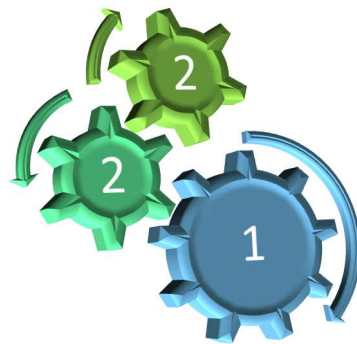
Por ejemplo, los materiales usados pueden ser madera o acero.

Tendrán que hacer gráficos, dibujos, patrones y argumentar la elección y razonar y representar variables físicas y su relación. Verán cuestiones como el rozamiento, la fuerza de la gravedad, la inercia o la velocidad. Para ello se necesitarán las matemáticas en su finalidad instrumental, pero también se puede aprovechar este trabajo para estudiar la representación de funciones, extremos relativos y absolutos, crecimiento y decrecimiento, etc

B) Supongamos ahora que lo que se les pide es que construyan un sistema de engranajes, lo que les servirá para entender cómo funcionan muchas máquinas.

Los engranajes habrán de ser de diferentes tamaños, de tal manera que pueden relacionar las vueltas que da uno pequeño con respecto a uno más grande. También han de reparar en que, al engranarse, una rueda gira en un sentido y la otra en sentido contrario.

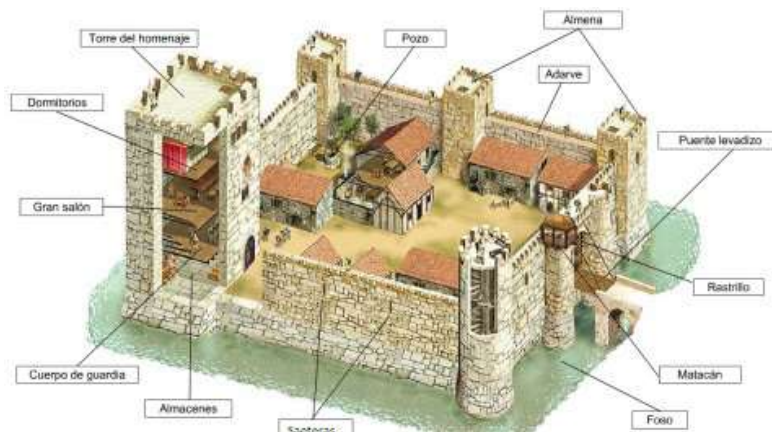
¿Podrían ser capaces de encontrar un engranaje que haga girar a otro engranaje tres veces mientras él gira una vez? ¿Cuántos dientes más que el primero tendría que tener? ¿Existe una relación, por ejemplo entre los diámetros?



Con este trabajo entrarán en contacto con la ciencia de la fuerza, el movimiento, la transferencia de energía, la velocidad, etc. y es importante para practicar conocimientos matemáticos tales como fracciones, funciones trigonométricas, proporciones, etc.



C) Otro ejemplo podría ser construir un castillo para ilustrar la vida en la época medieval



En este caso se necesitaría aplicar escalas, proporciones, diseño, diversidad de materiales, además entrarían en contacto con la vida en la Edad Media, el concepto de castillo como fortaleza y sus elementos defensivos, las costumbres, etc.

D) O un invernadero



En este caso, además de aprender distintos tipos de plantas, los procesos vitales de éstas y todo lo relacionado con las ciencias naturales, necesitarán calcular volúmenes de tierra necesarios para el cultivo, superficies, distribución

reglada de las líneas de cultivo, diseño de las estructuras de protección e, incluso, proyectar un sistema de riego y calcular volúmenes de agua necesarios, así como la producción media estimada a lo largo de un año. Y también se podrían hacer cálculos sobre el coste, un posible valor de venta del producto y el beneficio obtenido.

E) Otro ejemplo más podría ser hacer una maqueta del sistema solar, materializando el sol, los planetas e, incluso, los satélites de éstos últimos.



Con este trabajo los alumnos compararán los tamaños de los planetas, las diferencias entre unos y otros y cómo de lejos se sitúan entre ellos y del Sol. Pueden entender cuánto espacio hay en el espacio y asimilar que la Tierra es bastante menos que un grano de pimienta en la globalidad del universo.

Reconocerán que las matemáticas son herramientas fundamentales para entender el mundo físico.

4.2.- RELACIONES ENTRE LAS MATERIAS

Si nos basamos, por ejemplo, en el trabajo de representación de nuestro sistema solar y profundizamos en la relación entre las distintas materias que conforman básicamente STEM, podríamos decir que:

- Relacionando las matemáticas con la ingeniería, se puede lograr asimilar cuan magnificante es el poder de un telescopio.
- Relacionando la ingeniería y la tecnología empiezan a reflexionar sobre qué es lo que pueden los telescopios enseñarnos o mostrarnos sobre la Luna, sobre Júpiter o sobre cualquier otro cuerpo del espacio.
- Relacionando tecnología y ciencia, pueden comprender cómo y de qué manera la tecnología ha incrementado nuestro conocimiento del sistema solar y del espacio en general.
- Relacionando ciencia y matemáticas, entienden cuáles son los tamaños y las distancias de los cuerpos del sistema solar.

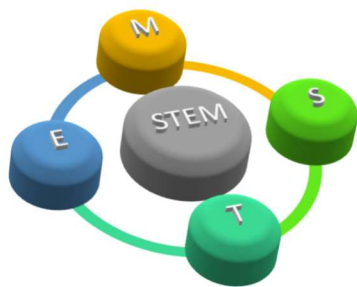
S, T, E y M son áreas estrechamente relacionadas, tanto que, a menudo, es difícil saber exactamente dónde empieza una y donde termina la otra. Las matemáticas y las ciencias se nos antojan más concretas y las otras dos algo menos tangibles. Por eso debemos tener en cuenta que la tecnología se refiere a todas las maneras en que la gente ha cambiado el mundo natural para satisfacer las necesidades del ser humano y lograr metas y la ingeniería es el arte y técnica de aplicar los conocimientos científicos a la invención, diseño, perfeccionamiento y manejo de nuevos procedimientos en la industria y otros campos de aplicación científicos.

Como se ve, ambas están fuertemente imbricadas, se complementan y se retroalimentan entre sí. Por otra parte, no hay que olvidar que los niños, especialmente entre los 8 y los 12 o 13 años, son ingenieros por naturaleza, por el entusiasmo que tienen para el diseño creativo y la resolución de problemas. Introducir tecnología e ingeniería en las aulas es algo similar a dejarlos jugar en la arena de una playa haciendo castillos. Sólo con arena y agua y a base de cometer errores, aprenden cómo funcionan los materiales que están usando. Si

se añade demasiada agua, el castillo se funde y si ésta es escasa, el castillo se resquebraja y se desmorona.



De ahí que PBL sea particularmente apropiado para STE(A)M, pues infinidad de investigaciones demuestran que, cuando el aprendizaje está fragmentado, los estudiantes no consiguen comprender la integración de unas áreas y otras.



5.- LIMITACIONES A STEM - PBL

Hasta ahora sólo hemos hablado del lado positivo de la enseñanza STEM basada en PBL.

Existen muchos libros dedicados en exclusiva a teorizar sobre este moderno enfoque de la enseñanza-aprendizaje, desarrollándola con mayor o menor grado de detalle (Por citar algunos: STEM Project-Based Learning, de la editorial Sense Publishers y redactado por los autores Robert M. Capraro, Mary Margaret Capraro and James R. Morgan, STEM Lesson Essentials, grades 3-8 de la editorial Heinemann y redactado por Jo Anne Vasquez, Cary Sneider and Michael Comer)

Muchos de esos libros resultan excesivamente reiterativos, abordándolo siempre desde una perspectiva más intelectual que práctica y, por supuesto, incidiendo en todo lo bueno que ofrece, sin reparar en las enormes dificultades que requiere su implantación. Pero como no por esconder ese lado negativo o esos puntos débiles dejarán éstos de existir, es de justicia exponerlos, con el fin de estar sobre aviso en relación con los problemas que, a ciencia cierta, nos podemos encontrar.

En primer lugar, existen tres restricciones fundamentales: **temporales, de espacio y económicas.**

De espacio

En el apartado anterior hemos citado algunos ejemplos de STEM – PBL como los engranajes, la montaña rusa o la recreación de nuestro sistema solar. No es difícil, partiendo de los mismos, caer en la cuenta de que lo primero que necesitamos es **espacio**. Y no cualquier espacio. Para algunos proyectos habrá que reservar un aula grande, amplia, o cualquier recinto cerrado de dimensiones considerables que tendrá que albergar, por una parte, a la recreación en sí misma y, por otra, diferentes áreas de trabajo que permitan a los alumnos moverse libremente y con soltura, así como sentarse por grupos a realizar sus cálculos, sus diseños, planificar, discutir, buscar y encontrar información, etc.

Si el espacio es exiguo los resultados no serán buenos. Los alumnos se sentirán agobiados al no poder trabajar con comodidad, el ambiente tornará de distendido en enrarecido y probablemente el clima se deteriore.

No podemos generalizar diciendo que “amplitud, limpieza y luminosidad” son cualidades esenciales para abordar el aprendizaje basado en proyectos. No siempre, pues depende del proyecto y del rol específico que jueguen la Tecnología y la Ingeniería en él, pero, aunque no sea absolutamente necesaria, sí que es condición ideal o deseable. En otros casos, como el de la montaña rusa, el invernadero o el que se plantea en este trabajo, el espacio es fundamental, y no todos los centros pueden contar con ello, de ahí que haya que adaptar el proyecto a las condiciones espaciales.

Temporales

Obviamente un proyecto de esas características no se puede abordar en unas pocas horas. Incluso los más sencillos, aquellos de aplicación a los cursos de Primaria, suelen tener una duración de entre 10 y 12 horas. Evidentemente, todo depende de las características de cada uno y de su grado de complejidad. Los proyectos mencionados en el punto anterior pueden extenderse semanas, o incluso meses, dedicando a los mismos, evidentemente, no el total de los períodos lectivos semanales, sino unas dos o tres horas por semana. Por ello no sólo se necesita un espacio considerable, sino que ese espacio deberá estar dedicado al proyecto durante bastante tiempo, reservado casi en exclusiva para él. Evidentemente esto no es así cuando los proyectos recurren a construcciones digitales, aunque sí lo es cuando conducen a diseños manuales.

Por otra parte, el proyecto cubre unos determinados contenidos del currículo, pero no todos los que es preciso abordar en cada año lectivo. De ahí que ciertas partes, ciertas unidades de las asignaturas que intervienen en el proyecto, requieran ser impartidas bajo otro enfoque. Esto significa que no pueden abandonarse las clases basadas en otras metodologías, incluida la lección magistral, por lo que, como ya se ha indicado, el proyecto bajo el enfoque STEM únicamente habrá de ocupar un pequeño porcentaje de las horas semanales. Además, ya desde el inicio del curso los horarios deben ser

compatibles para que las distintas asignaturas que participan en el proyecto STEM puedan agrupar sus tiempos, lo que, añadido al difícil encaje de las asignaturas de libre configuración y de las optativas, lleva a un estudio concienzudo, nada fácil, a veces casi imposible de estructurar.

Económicas

Evidentemente para acometer el proyecto se necesitan materiales: maderas, hierros, papeles, pinturas, colas, cartones... y herramientas: sierras, martillos, tijeras, reglas..., algunos de los cuales pueden estar ya a disposición del centro educativo, pero donde es posible que la mayoría deban de ser adquiridos. Eso conlleva, especialmente para los proyectos más ambiciosos, un desembolso económico inicial que, en ocasiones, puede ser muy considerable, sin olvidar que, de forma recurrente, a lo largo del desarrollo, irán surgiendo nuevas necesidades e imprevistos que abordar.

Los proyectos más sencillos, los que suelen estar dirigidos a los alumnos de menor edad, pueden ser relativamente baratos, pero en otros, como es el caso del que se presenta, no es de extrañar que la restricción económica sea de las más dificultosas de solventar, especialmente en muchos colegios públicos.

Debemos añadir en este primer nivel de restricciones una más, la cual se encuentra fuertemente relacionada con la restricción temporal y que es la siguiente:

Dificultades de planificación e implementación de los horarios de los profesores.

Cuadrar los horarios de los profesores de manera que todos ellos estén satisfechos, o al menos no demasiado insatisfechos, y que se resuelvan todos los conflictos de posibles coincidencias entre asignaturas es una tarea monstruosa en sí misma, cuanto más si se trata de encajar un proyecto STEM – PBL.

Ya no consiste solamente en colocar las asignaturas coordinadamente y coherentemente, sino que aquellas materias que participen en el proyecto en

algún momento deben solaparse, deben discurrir de forma continuada. Como se verá más adelante en el proyecto objeto de este trabajo, esta restricción es crucial, pues con el diseño establecido se necesita dedicar al proyecto al menos 2 horas seguidas, preferiblemente 3 horas.

Esto implica, aunque sea reiterativo, que tres o cuatro profesores deben poder interactuar a la vez durante 2 o 3 horas seguidas con un grupo de alumnos una vez por semana. Esos profesores han de ponerse de acuerdo, han de trabajar como un “todo uno”, han de reunirse previamente para coordinar actuaciones, han de establecer pautas, etc... Cada proyecto es diferente y tendrá un calendario distinto, pero nunca sencillo de elaborar.

A nadie, que tenga una mínima idea del funcionamiento de un instituto, se le escapa la tremenda dificultad para lograr este objetivo.

Y a esta restricción se une esta otra:

Acuerdo entre profesores

Supongamos que uno o dos de los profesores de las materias STEM están interesados en llevar a cabo un proyecto de este tipo pues, a pesar de las dificultades inherentes al mismo, consideran que es algo muy positivo para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos. Sin embargo, otro u otros no están de acuerdo, no comparten esa idea y lo ven como una pérdida de tiempo. O sí que les parece interesante, pero, después de analizar minuciosamente los pros y los contras, concluyen que los beneficios obtenidos con la puesta en práctica de un proyecto de estas características no compensan el trabajo, esfuerzo y dinero requerido. Por no hablar de que los órganos directivos del centro deben estar también por la labor, y si ya es difícil cuando los profesores lo piden por unanimidad, más problemática es aún adoptar una decisión cuando existe desacuerdo entre ellos.

Vamos ahora, en un segundo plano, a exponer otras dificultades que pueden surgir.

Diferencias entre los estudiantes

En todos los cursos y en todas las clases existe un amplio abanico en lo que a rendimiento, conocimientos, capacidades y actitudes de los alumnos se refiere. En principio, para el desarrollo de un proyecto STEM – PBL, hay quien podría pensar que parece más adecuado que el nivel de los alumnos, sus comportamientos, inquietudes y actitudes sean muy similares, que no existan grandes diferencias entre ellos para que todos participen de una manera homogénea. Por ello, en el caso de centros grandes, una posibilidad sería elaborar los distintos grupos con ese criterio, estableciendo, por ejemplo, tres clases en tres diferentes niveles. Sin embargo, esa filosofía va en contra de la integración, de la inserción, de la atención a la diversidad y del espíritu de lucha contra la polarización, la diferenciación y el etiquetado. De hecho, en general, al hacer la distribución de alumnos por grupos, por clases, se proyecta de manera intencionada la mezcla variopinta. En otras ocasiones, en centros pequeños, típicos de localidades rurales, sólo existe un grupo por curso y, aunque se quisiera, no existiría forma de lograr una homogeneización.

Evidentemente cuando el proceso de enseñanza-aprendizaje está basado en metodologías tradicionales en las que cada alumno trabaja individualmente y demuestra sus conocimientos también con evaluaciones individuales, no importa si existen diferencias entre unos estudiantes y otros, pero cuando éstos han de trabajar en grupos, colaborar entre ellos, aportar todos para lograr un objetivo común, hay que tener mucho cuidado en cómo se agrupan entre sí, cómo se distribuyen las tareas, qué fricciones pueden surgir porque unos consideran que aportan más que otros, o que algunos entorpecen y, sobre todo, a la hora de evaluar de forma justa. Esto es algo intrínseco al trabajo en equipo, pero éste es la piedra angular para conseguir las competencias clave.

Consiguientemente con la anterior restricción podríamos encontrarnos con la

Reacción negativa de los estudiantes

STEM – PBL es una forma especial de aprendizaje basada en preguntar, planificar, buscar y encontrar información de fuentes muy variadas, discutir, reflexionar... Es un aprendizaje menos dirigido, menos cerrado, más libre, con una misión que completar y que requiere un trabajo mayor para los estudiantes que el mero hecho de sentarse en clase a escuchar las explicaciones de sus profesores.

En una clase magistral, el alumno puede concentrarse en la lección o puede hacer todo lo contrario, es una decisión personal e intransferible, puede estar atento o desconectar y llevar sus pensamientos a otro lugar. Lo que haga cada uno, mientras no adopte comportamientos disruptivos, no influye en los demás. Si uno quiere dormir en lugar de escuchar, no entorpece el funcionamiento de la clase ni perjudica a sus compañeros.

Muy al contrario, en el aprendizaje por proyectos, las cosas funcionan de manera muy diferente, todos dependen de todos y el resultado final será consecuencia de las aportaciones individuales y de la elaboración conjunta, por ello, para los estudiantes supone un mayor esfuerzo, una mayor implicación, un control por parte de sus compañeros, y un rendir cuentas, constante, lo que no es bien recibido por todos. Y no solo los más vagos o con menor interés pueden reaccionar negativamente ante esta metodología, sino también, y quizás en mayor medida, los alumnos que más se implican, pues tendrán que lidiar con los que no lo hacen suficientemente, lo que generará situaciones de conflicto complicadas.

Como colofón a este apartado merece la pena transcribir literalmente las respuestas a una encuesta que realicé a tres alumnos de secundaria (13, 14 y 16 años respectivamente) sobre su postura a la hora de trabajar en equipo:

Alumno 1: No me gusta mucho el trabajo cooperativo porque no nos ponemos de acuerdo en la manera de hacer las cosas y a veces hay que presentarlo de una forma que no sería la que yo hubiese escogido.

Alumno 2: Prefiero trabajar individualmente, así si fallo sé en lo que fallo y estoy más atento.

Alumno 3: Respecto al trabajo cooperativo, me gusta que si uno está más flojo haya la posibilidad de que otro miembro del grupo pueda remediarlo con sus conocimientos. Pero lo que ocurre es que el que más conocimientos tiene domina la tarea y los demás se aprovechan de ella y no sé si realmente aprenden. Lo que pasa es que de los grupos yo suelo ser aquel que llevo las riendas. Pero cuando te toca con otro que también sabe y los demás que no se enteran de nada, entonces, los que no se enteran solo están esperando a ver que decidimos entre los dos y no nos ponemos de acuerdo porque es como una batalla intelectual.

Por ese mismo motivo también podemos encontrarnos con la

Reacción negativa de los profesores

Porque en la aplicación de metodologías tradicionales hay más cultura, más hábito y hay que tomar en cuenta menos variables. Porque establecer grupos de trabajo que puedan funcionar es laborioso. Porque conseguir un adecuado rendimiento de los alumnos en este tipo de proyectos es a veces tedioso y a veces agotador. Porque trabajar en coordinación con los demás profesores no es tan sencillo como depender de uno mismo sin rendir cuentas ante nadie, y aunque así es como debe ser, esta máxima no es compartida por todos los docentes. A veces las diferencias de opiniones son escollos insalvables y resulta imposible llegar a acuerdos.

No debemos olvidar que la figura del profesor y su autoridad legítima ha sido siempre clave del éxito de la función educativa, pero esa autoridad no puede estar sustentada únicamente por su rol de superioridad. Evidentemente, los alumnos deben convencerse de que el profesor tiene verdadero interés por enseñarles, que domina la materia, que prepara las clases y no improvisa, que los trata con consideración y que es justo cuando califica.

La metodología PBL bajo el enfoque STEM, especialmente si se trata de una innovación, requiere un esfuerzo extra muy considerable, sobre todo inicial, que no todos los profesores están dispuestos a realizar.

Por último, e íntimamente relacionado con las dos anteriores restricciones tenemos:

No existencia de libros de texto ni rutinas de clase

Un proyecto STEM – PBL es algo que, o bien hay que inventar o bien hay que particularizar cada vez. Por supuesto, existen muchos proyectos y experiencias previas que han sido compartidas y que se pueden aprovechar, pero al llevarlas a la práctica no resultan estáticas y rígidas. Todos los proyectos son vivos en cierta medida y dependen de muchos factores.

No existe una guía, unos apuntes que seguir al pie de la letra, unos contenidos específicos que explicar de forma ordenada y estructurada y ya está todo el trabajo hecho.

Algunos profesores se verían obligados a innovar, a salirse de sus clases de siempre, de aquello que lleva explicando de la misma manera durante muchos años y con lo que se encuentra seguro y confortable, para aventurarse en un mundo desconocido, casi peligroso, que le infunde miedo, reparo, reticencia o pereza, o todas ellas a la vez.

Ya no se trata de:

- Yo enseño - Tú aprendes
- Yo ordeno - Tú obedeces
- Tú te examinas - Yo pongo una nota

Con STEM – PBL el reparto desigual de roles se desdibuja y las tensiones basadas en esos desequilibrios, que muchas veces han sido la base de grandes conflictos, se suavizan. Pero el profesor pasa a ser un guía, un orientador, con nuevas responsabilidades, con nuevos retos que afrontar.

Con los alumnos sucede algo muy parecido, pues no sólo tienen que interactuar con sus compañeros de una manera muy íntima y continuada, sino

que esta forma de trabajo se sale de los estándares conocidos y puede generar inquietud y desasosiego, sobre todo al principio, hasta que se acostumbran a ello, y principalmente si toda su trayectoria anterior ha estado alejada de ese tipo de aprendizaje. Por una parte, puede resultar divertido, les permite moverse, cambiar de posición, no tienen que estar simplemente sentados recibiendo información, pero por otra pueden encontrarse un tanto desorientados sin su rutina diaria. No siempre todos los alumnos están preparados para utilizar su mente con ese grado de independencia y de responsabilidad. A algunos les puede resultar difícil trabajar en comunidad. Tampoco suelen estar acostumbrados a los criterios de evaluación participativos.

STEM-PBL es un reto para todos.

PARTE B: PROPUESTA PRÁCTICA SOBRE STE(A)M - PBL

1.- INTRODUCCIÓN

Hasta ahora se ha tratado de explicar lo que es STEM, STEAM y STE(A)M-PBL, se ha hablado de sus bondades, sus cualidades positivas, los beneficios que se pueden lograr con su aplicación. Como ya se ha indicado, hay gran cantidad de bibliografía dedicada a ello, habiendo citado dos de los libros que concretamente han servido de guía para este trabajo. Por tanto, lo que aquí se presenta no intenta repetir al pie de la letra lo que otros han publicado, sino que se ha tratado de hacer un resumen conciso y esclarecedor sobre esa cuestión a modo de introducción.

También, y en este caso alejándose de la tónica general, se han concretado con cierto detalle sus limitaciones, sus restricciones, sus puntos negativos, aspectos éstos en los que la bibliografía no suele incidir y toca de manera muy superficial, como si no existieran realmente.

Pero existen, de hecho, si reflexionamos sobre el porqué de la exigua aplicación de esta enfoque, la primera respuesta es que es novedosa, que a pesar de haber surgido en los Estados Unidos en la década de los 90, no fue hasta 2010 cuando se empezó a implantar en las escuelas y hasta 2013 cuando el gobierno elaboró un programa estratégico de 5 años para regular esa implantación, por tanto, si en USA aún se muestra de una manera bastante incipiente, es lógico que en España suceda algo muy similar, o incluso sea aún menor. En segundo lugar, se encuentran todas esas restricciones de las que se ha hablado y que no pueden pasarse por alto, ni dejarlas a un lado, pues su influencia es real y tangible. Por último, y no por ello menos importante, está el hecho de que son muy escasas las concreciones pormenorizadas de proyectos bajo el enfoque STEM, ajustados al currículo español, y que puedan utilizarse como guía

Para un profesor, el libro de texto es de gran ayuda, pero, a falta de éste, o si alguna de las lecciones del libro no le parece suficientemente explicada o quiere aportar un enfoque diferente, siempre puede buscar otros libros, apuntes,

internet, etc., donde encontrará información suficiente y adecuada para preparar sus clases. Lo mismo sucede con los ejercicios a realizar, los problemas u otros tipos de actividades. Hay infinidad de lugares a los que acudir y de opciones que utilizar. Cuando se trata de STEM – PBL las opciones, por ahora, son mucho más limitadas. En mi caso concreto, lo único que he encontrado son meros esbozos, pinceladas o ejemplos tratados de forma muy somera y superficial, pero no con el detalle suficiente para poder apoyarse en ellos de una manera completa.

Pues bien, este trabajo tratará de plasmar, dentro de lo posible, las directrices de un proyecto concreto que se encuadra dentro del enfoque STEM y, si tenemos en cuenta su componente artística, dentro del enfoque STEAM

Se comienza con la justificación del proyecto, con una reflexión previa sobre lo que se pretende, se continúa con el enunciado del proyecto, que estará basado en la construcción de una maqueta de una isla volcánica cuya definición será un compendio de figuras geométricas, seguidamente menciona la base curricular, la cual se encuentra de manera completa en el Anexo I, en el que se detallan los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables correspondientes, posteriormente hay un apartado sobre la división en tiempos y espacios y su organización para finalizar con el desarrollo del proyecto.

2.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Siendo consecuente con el prólogo de este Trabajo Fin de Máster, es decir, con los dones que me han sido otorgados en mi nacimiento y las inquietudes, los pensamientos y la forma de ser, de pensar y de actuar que mis circunstancias personales y familiares a lo largo de la vida se han encargado de procurarme, no es de extrañar que me haya decantado por aquello que más se acerca a mis propios gustos, que se configure como a mí me habría gustado que fueran algunas de mis experiencias de aprendizaje y que cumpla las expectativas de lo que ahora mismo tengo en mente para mis futuras experiencias como profesora.

Si me cuestiono qué es lo que me habría gustado como alumna, y me imagino lo que pueden desear los alumnos actuales, creo, sin miedo a equivocarme, que se trata pura y simplemente de dos cuestiones muy básicas que no varían con el tiempo y que comparten los alumnos actuales y compartirán los futuros:

1. Que, además de aprender, la actividad de enseñanza-aprendizaje produzca placer o distraiga de las preocupaciones, o que rompa con la rutina, o bien que atraiga la atención, que interese, o que haga disfrutar.
2. Que, además de aprender, la actividad de enseñanza-aprendizaje haga al alumno comprender que esos conocimientos sirven para la vida, en ese momento concreto, y que también van a servir más adelante, y que la adquisición de los conocimientos teóricos y prácticos traen como consecuencia uno o varios de los beneficios que se citaron al respecto de la motivación.

Desde ese planteamiento, considero que el enfoque que da STE(A)M aplicado mediante la metodología PBL reúne los requisitos para lograr, de una forma mucho más eficaz que otras metodologías esos dos objetivos, esos dos deseos.

Pero, además, he querido diseñar un proyecto de envergadura, de enjundia, complejo, extenso, dinámico, susceptible de ser modelado, variado, ampliado o acortado a gusto de los profesores y de los alumnos, un proyecto vivo, en definitiva.

También he buscado que estuviera basado en algo real, aunque en su desarrollo haya que recurrir a diferentes hipótesis o simplificaciones.

Por todo ello, la base es la Geología, y concretamente la actividad volcánica.

La Geología es una de las ciencias más desconocidas para el público en general, su objetivo es estudiar la Tierra, su composición, estructura, procesos externos e internos, origen y evolución a lo largo del tiempo. Además, es una ciencia multidisciplinar que agrupa una gran cantidad de ramas del conocimiento: física, química, matemáticas, biología, informática... Es fundamental a la hora de predecir los desastres naturales, humanos y poder mitigar sus efectos: Terremotos, Volcanes, Tsunamis, Inundaciones... a través de la geología se encuentra una manera alternativa de ayudar a los demás mejorando la planificación contra los desastres naturales e informando a la población.

Al fin y al cabo, todos vivimos en la Tierra y estamos expuestos a sus "caprichos", algunos de los cuales, los más peligrosos para nosotros, acaparan la actualidad cada cierto tiempo y nos tienen en vilo, no dejando de sorprendernos y de cautivarnos a la vez, por muy dañinos que sean.

La Geología es creativa, requiere esquemas, diagramas, dibujos, modelos digitales y analógicos, es muy variada, en su estudio genera debates, pues las cosas no son blancas o negras, sino que siempre hay distintos puntos de vista y varias opiniones pueden ser válidas. Todo lo que se refiere a la Tierra es tremendamente complejo y nunca se tienen todos los datos para dar interpretaciones completamente satisfactorias, pero ahí está la diversión.

¿Qué niño, joven o adulto no ha tenido alguna vez ganas de hacerse paleontólogo después de ver "Parque Jurásico" o vulcanólogo cuando en la tele salen las imágenes de cualquier volcán en erupción con la lava ardiente avanzando lentamente hacia las poblaciones o las nubes piroclásticas como si de un bombardeo se tratara?

En mi opinión, un proyecto bien presentado y dirigido dentro de la base de un volcán, de una isla volcánica como se propone, es una apuesta segura para atraer el interés de los alumnos.

Por otra parte, en la isla que se diseña hay poblaciones que habrá que esbozar, zonas turísticas de playa, un aeropuerto, zonas de bosque, un parque de atracciones..., en definitiva, lo que es en sí misma la estructura urbanística y arquitectónica de nuestra sociedad, sobre la que tendrán que reflexionar y plasmar en la maqueta.

En mi experiencia personal, en conversaciones con otros adultos y en la literatura en general, he podido advertir que muchos adolescentes viven inmersos en un mundo de fantasía, en un mundo irreal, en su propio mundo, y ajenos a todo lo que se desarrolla en el exterior. Muestran un desinterés total por la política, por la economía, por los conflictos bélicos en tantos lugares, por la violación de derechos humanos, las crisis de refugiados, la inmigración, las provocaciones y desafíos entre países. En definitiva, se esconden en su burbuja tratando de evitar preocuparse por el equilibrio inestable en el que vivimos día a día. Pues bien, el proyecto de construcción de la isla geométrica volcánica, además de tratar conceptos de matemáticas, de dibujo técnico, artísticos, físicos y tecnológicos, tiene, como objetivo fundamental, situar a los muchachos en el mundo, obligarlos a pensar, a razonar sobre el montaje que nos hemos inventado, con su estructura física y social, su configuración, su variabilidad y su imprecisión en muchos aspectos. Trabajar en un proyecto de este tipo transmite cultura, valores, destrezas para desenvolverse adecuadamente en la vida cotidiana y, en general, dentro de la sociedad.

“Un individuo, que sólo domina habilidades técnicas y carece de la humanidad suficiente como para saber situarse en la historia, como para apreciar la creación artística, como para reflexionar sobre su vida personal y social, como para asumirla desde dentro con coraje, es, por decirlo con Ortega, ese ‘hombre masa’ totalmente incapaz de diseñar proyectos de futuro, y que siempre corre el riesgo de dejarse domesticar por cualquiera que le someta con una ideología. Y, por otra parte, habrá perdido la posibilidad de gozar de la lectura, la música, las

artes plásticas y todas esas creaciones propias del homo sapiens, más que del homo faber”

(CORTINA, A.: 1994, 21).

Con este proyecto no sólo se adquieren o mejoran una serie de conocimientos teóricos, principalmente técnicos, sino que, fundamentalmente, contribuye al desarrollo de todas las competencias básicas a través de la transversalidad. Los alumnos deberán debatir con sus compañeros sobre muchos temas, escuchar diferentes opiniones, discutir sobre encontrados puntos de vista, meditar, llegar a conclusiones, exponerlas de manera razonada y creíble y materializar o crear aquello que han decidido. En definitiva, se aprende conversando, conversando para aprender a pensar y haciendo ese pensamiento visible a través de la creación de la maqueta. En la representación del pensamiento uno se puede ayudar de imágenes, de su propio cuerpo, de esquemas, de mapas mentales, de la comunicación... Pero pensar puede ser cuestión de milésimas de segundos o de minutos, aunque también de horas, meses y años. Pues bien, en este proyecto, se potencia la comunicación durante un curso completo.

Es un proyecto creativo al que se podrían aplicar las cinco fases del design thinking (metodología para desarrollar la innovación centrada en las personas, ofreciendo una lente a través de la cual se pueden observar los retos, detectar necesidades y, finalmente, solucionarlas):

- **Descubrir:** Tengo un reto que debo resolver, lo comprendo, investigo, busco inspiración.
- **Interpretar:** He aprendido algo y debo buscar oportunidades para utilizarlo y darle sentido.
- **Idear:** Veo una oportunidad. ¿Qué es lo que puedo crear con ella? Debo generar ideas y mejorar las ideas generadas.

- **Experimentar:** Tengo una idea. ¿Cómo puedo ponerla en marcha? O bien realizo un prototipo o doy a conocer mis descubrimientos y los someto a crítica.
- **Evolucionar:** He intentado algo nuevo. ¿Puede ser mejorado? Aprendo de lo realizado y avanzo hacia una nueva fase.

“Los ingredientes de creatividad y de espíritu inventivo e innovador inducidos por una educación bien orientada y eficazmente desarrollada constituyen elementos especialmente valiosos, al convertirse en instrumentos reguladores de dicho proceso de cambio en tanto que herramientas intelectuales imprescindibles para la resolución de problemas complejos [...] Otras competencias deseables □cada vez más valoradas en el mundo del empleo□ como la aptitud para la comunicación oral y escrita, la capacidad para el trabajo en equipo, la disciplina personal, un cierto sentido práctico, acompañado de una buena capacidad de conceptualización, pueden y deben ser desarrolladas, de acuerdo con el correspondiente nivel de edad, desde la educación obligatoria. Y, en especial, una cierta aptitud para gestionar de forma relativamente autónoma su propia formación, lo que incluye no sólo las técnicas intelectuales precisas sino también las actitudes, la motivación o el gusto por aprender, por mantenerse al día (OCDE, 1992)” (LÓPEZ RUPÉREZ, F.: 1994, 20-22).

Todo ello, entiendo, se puede lograr con este proyecto y, además, el resultado final puede ser muy bonito.

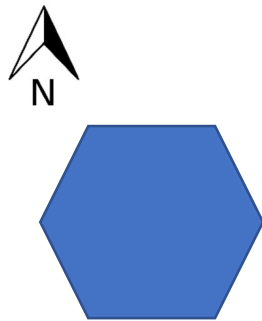
3.- ENUNCIADO

3.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

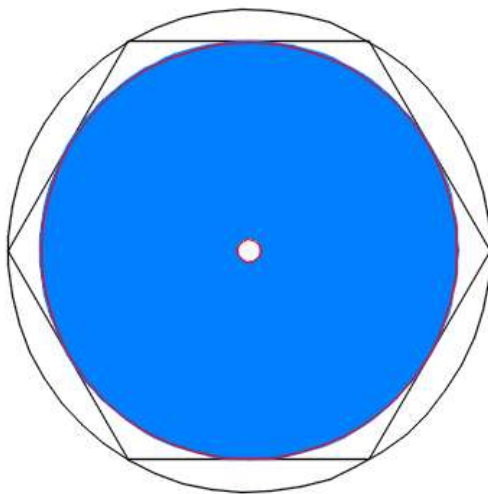
FASE A

La isla de “Polinai” pertenece al archipiélago de las islas “Hamawai” situadas en la región nororiental del océano Geopacífico.

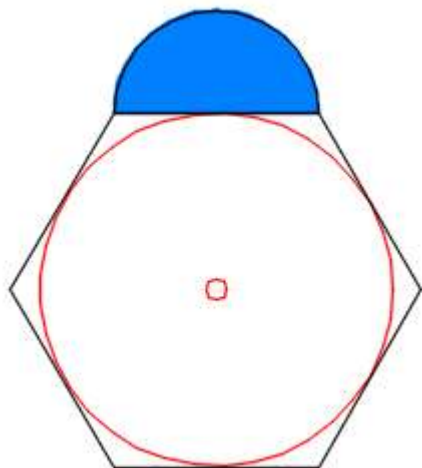
Su parte central es un hexágono regular cuya circunferencia circunscrita tiene 2 km. de radio y cuya orientación es la siguiente:



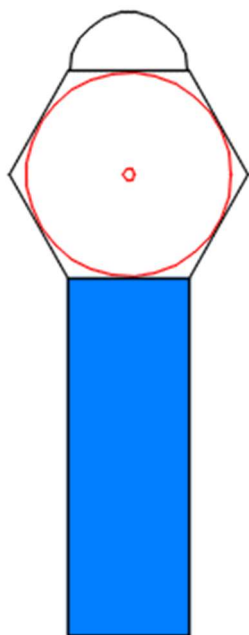
La circunferencia inscrita en ese hexágono regular es la base del volcán tipo hawaiano en forma de tronco de cono de altura 1.300 m y cuyo cráter tiene un diámetro de 200 m.



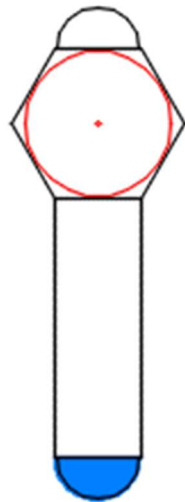
En el norte de la isla hay una pequeña población con forma de semicírculo, cuyo diámetro es el lado superior del hexágono.



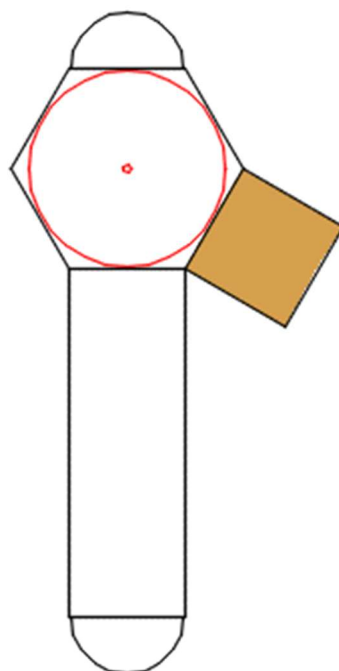
En el sur de la isla se localiza el aeropuerto, con forma de rectángulo, cuyo lado menor es el lado inferior del hexágono y cuyo lado mayor tiene una longitud de 6 km.



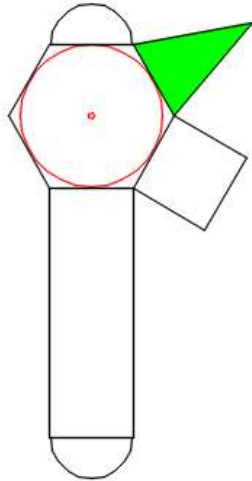
Al final del aeropuerto hay otra pequeña población también con forma de semicírculo con diámetro el lado sur menor del rectángulo.



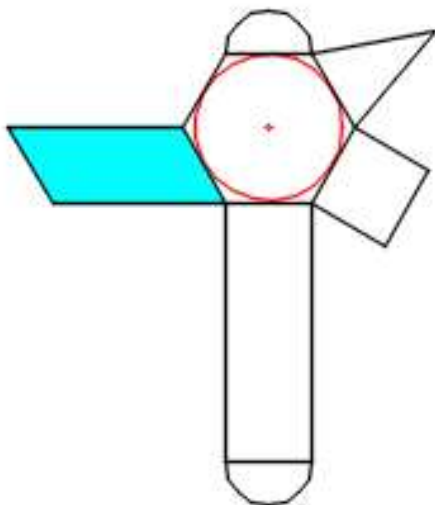
Existe un parque natural con forma de cuadrado cuya base es el lado sureste del hexágono.



Existe también un bosque con forma de triángulo isósceles de base el lado noreste del hexágono y altura 2.750 m.



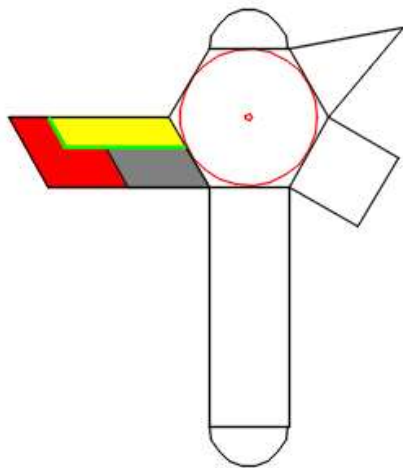
En otra de las partes de la isla se encuentra una zona turística llena de hoteles, un polígono industrial y el puerto. Estos tres elementos, en su conjunto, tienen forma de romboide, siendo uno de sus lados el lado suroeste del hexágono y el adyacente a éste por el sur es la prolongación del lado inferior del hexágono con una longitud de 4 Km.



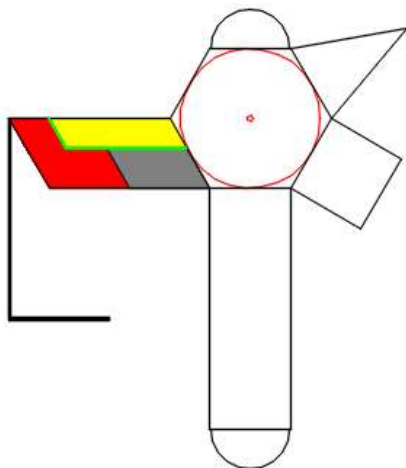
Dentro de ese romboide, el polígono industrial ocupa una franja de 1 km de ancho a contar desde el lado sur del romboide y 2 km de largo a contar desde

el lado del hexágono. La zona turística y de playa se sitúa inmediatamente al norte del polígono industrial, que la limita por el sur. Por el este su límite es el lado del hexágono, por el norte el mar y tiene forma de romboide con su lado mayor de 3 Km. El puerto ocupará el resto del romboide mayor.

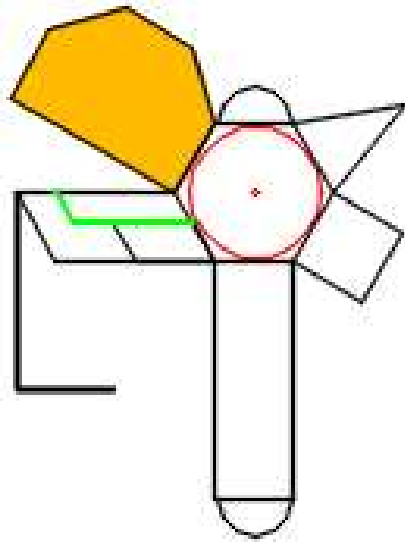
La zona de playa está separada del puerto y de la zona industrial por una franja de secuoyas (árboles gigantes), cuyas alturas rondan aproximadamente los 100 m.



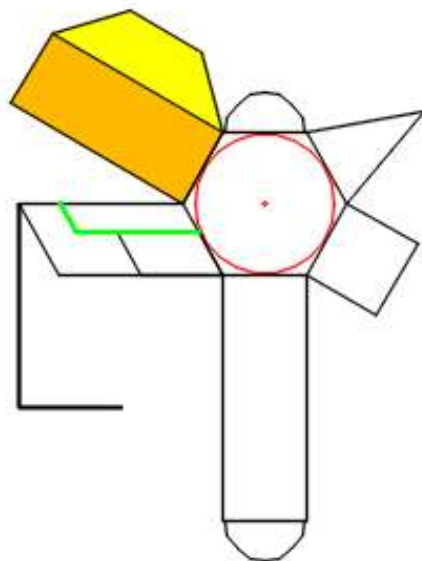
Del vértice noroeste de la zona portuaria y con dirección perpendicular a los lados mayores del romboide mayor, se ha construido un dique de abrigo en forma de L, de 40 m de ancho y longitudes de 5 km dirección norte-sur y 2,5 km dirección oeste-este.



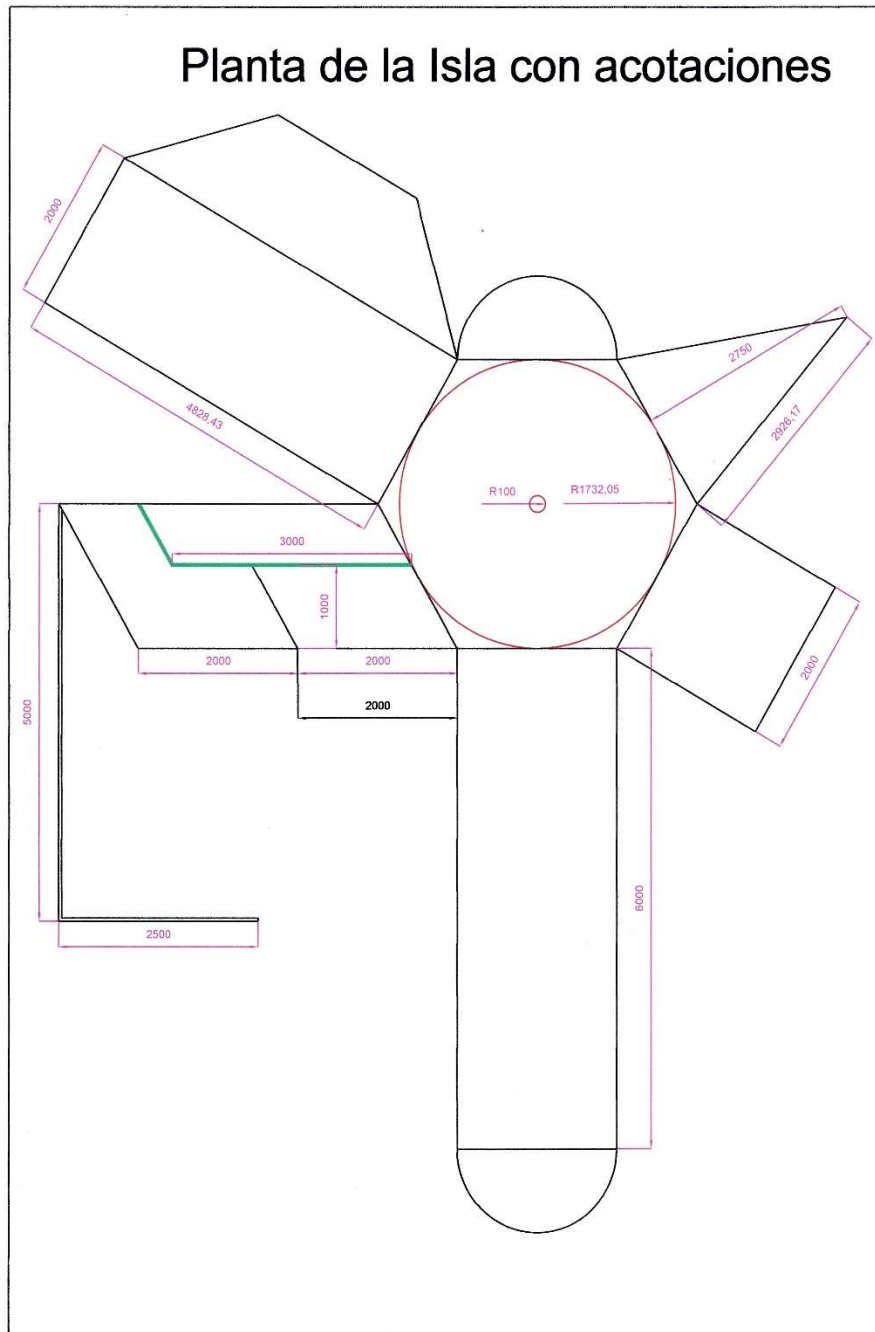
La última parte de la isla tiene forma de octógono truncado, siendo uno de sus lados el lado noroeste del hexágono, tal y como se refleja en la siguiente figura.



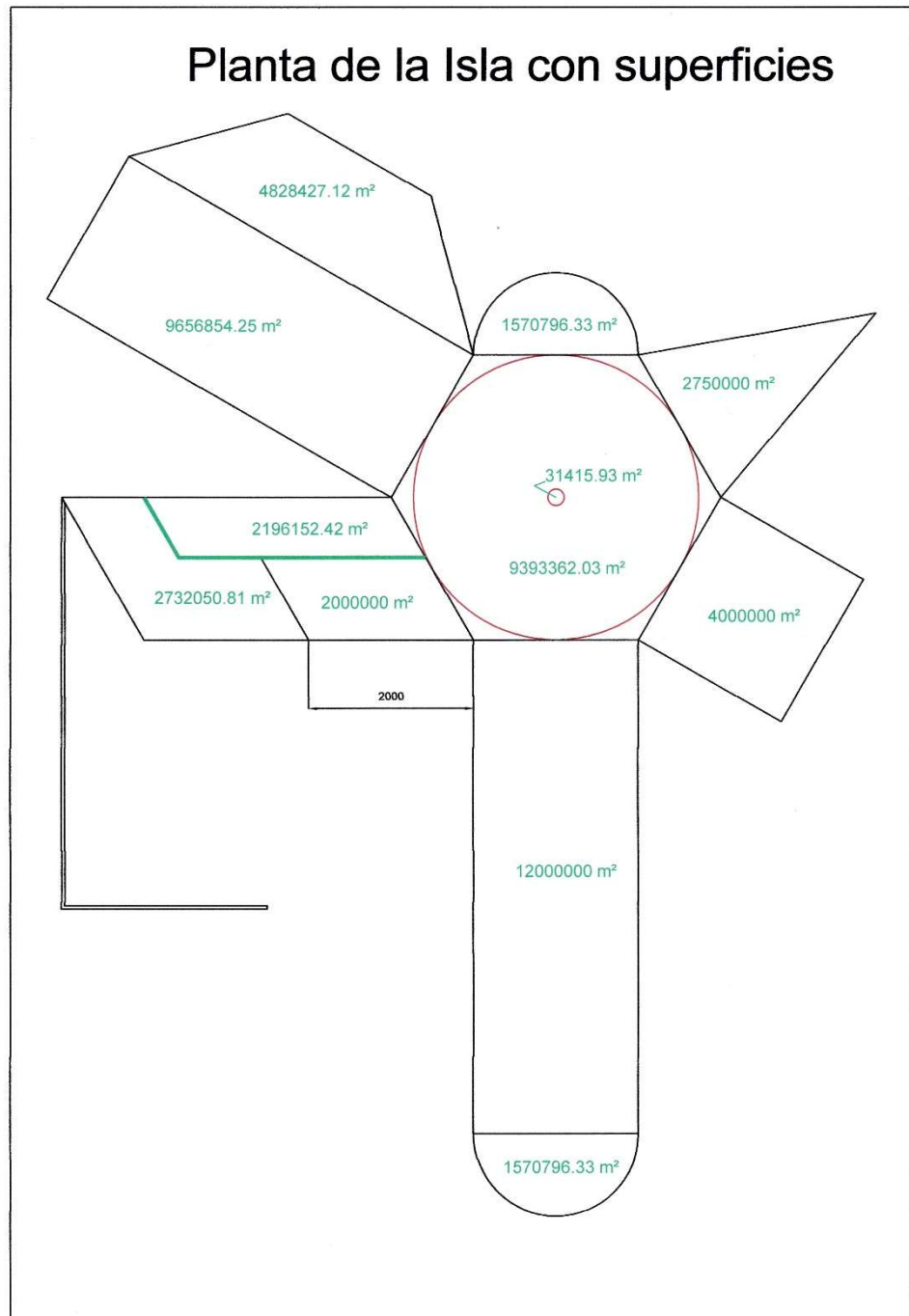
En esa última parte de la isla se localizan un parque de atracciones y otra zona turística de playa. El parque de atracciones tiene forma de rectángulo de base menor el lado noroeste del hexágono y, por tanto, la zona turística de playa tiene forma de trapecio isósceles.



En el plano siguiente se refleja la planta de la isla con los condicionantes enumerados y con acotaciones.



En el plano siguiente se refleja la planta de la isla con los condicionantes enumerados y detallando las superficies en planta de todos los elementos geométricos definidos.



Esta primera fase se trata de un proceso de construcción geométrica que, aunque pueda parecer simple, para los alumnos seguramente tendrá su grado

de dificultad. Simplemente entender el enunciado y hacerse una composición general de la isla no ha de ser cuestión baladí.

Evidentemente esta es mi propuesta, pero, por supuesto, tomándola como orientación, pues los profesores podrían elaborar cualquier otra.

El hecho de que se utilicen figuras geométricas, a sabiendas de que no existe ninguna isla que tenga esas formas tan perfectas en la realidad, responde al interés de aplicar una serie de conceptos matemáticos y desarrollar las habilidades de construcción, mediante técnicas de dibujo técnico, de acuerdo con el currículo de esas asignaturas.

FASE B

La zona turística romboidal está toda llena de hoteles de 15 plantas de altura.

La zona turística trapezoidal es más exclusiva que la anterior, por lo que los hoteles tienen una altura máxima de 5 plantas y existen varias zonas de chalets pareados de dos plantas, chalets aislados de una planta y bungalows.

La altura media por planta es de tres metros.

La torre de control del aeropuerto es una de las más altas del mundo y tiene 110 m de altura.

Las viviendas de las poblaciones tienen alturas que oscilan entre los 6 y 15 metros.

Los árboles más altos de la zona boscosa alcanzan alturas de 80 m y los más pequeños 20 m.

Las naves industriales tienen una altura de 15 metros, siendo su planta rectangular con superficies comprendidas entre 1500 y 2000 m².

En el parque de atracciones hay una noria gemela del London Eye que cuenta, por tanto, con 135 m de altura. También hay dos montañas rusas Skyscraper que alcanzan los 175 m.

Las pistas de aterrizaje del aeropuerto son paralelas, ambas con 60 m de anchura y 3,5 km de longitud y la torre de control cuenta con 110 m de altura.

Como ya se ha indicado, La zona de playa romboidal está separada del puerto y de la zona industrial por una franja de secuoyas (árboles gigantes), cuyas alturas rondan aproximadamente los 100 m.

Todo aquello que no esté especificado o concretado, en particular las localizaciones exactas de los diferentes elementos mencionados, u otros no mencionados que se consideren necesarios, así como las configuraciones de las distintas zonas, se entienden de configuración libre.

En el plano de la hoja siguiente se representan las curvas de nivel que conforman el terreno de la isla, sin tener en cuenta elementos estructurales, edificaciones, etc. Así mismo, se representan las principales vías de comunicación (carreteras).

FASE C

El volcán de la isla está inactivo, pero los vulcanólogos estudian los movimientos sísmicos del volcán y sus emisiones de gas, ceniza y vapor para predecir una posible erupción.

Es importante que en todas las islas volcánicas existan planes de evacuación.

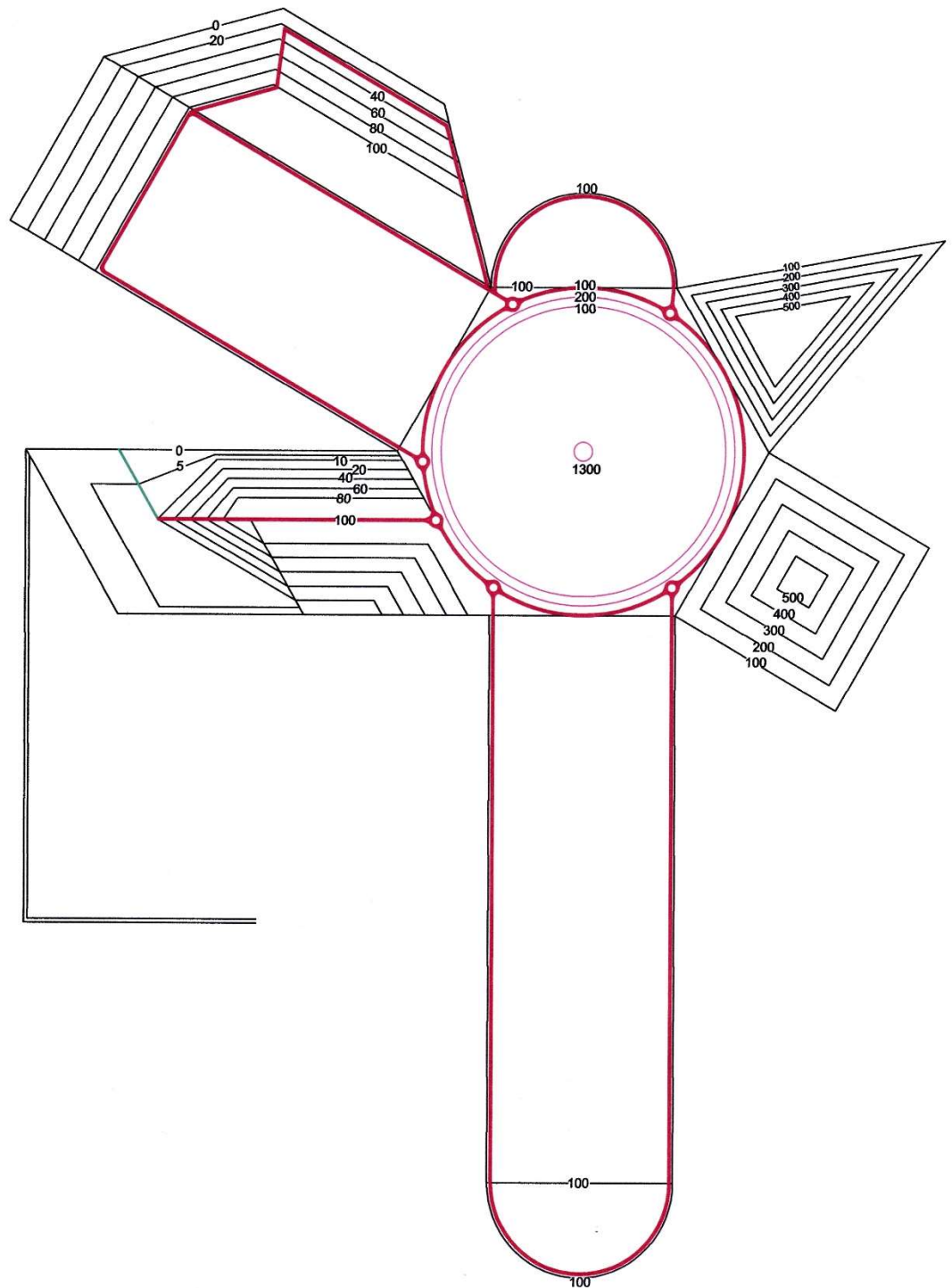
Los vulcanólogos, tras los estudios realizados, han llegado a la conclusión de que, en función de la orografía del terreno que tiene el volcán, el volumen esperado de magma que éste pueda expulsar y el material y la composición de dicho magma, la velocidad tanto de la roca fundida como de las nubes de piroclastos y gases será de unos 10km/h

Por otra parte, la velocidad que se puede alcanzar en las carreteras de la isla es de 90 km/h en recta y 40 km/h en curva.

Haciendo una simplificación del plan de evacuación, se prevé:

- El despegue de seis aviones, uno cada diez minutos, con 150 pasajeros por avión.
- Que zarpen dos barcos con capacidad para 3.000 viajeros cada uno y con un intervalo de tiempo de 20 minutos.

Planta de la Isla con líneas de nivel y principales vías de comunicación



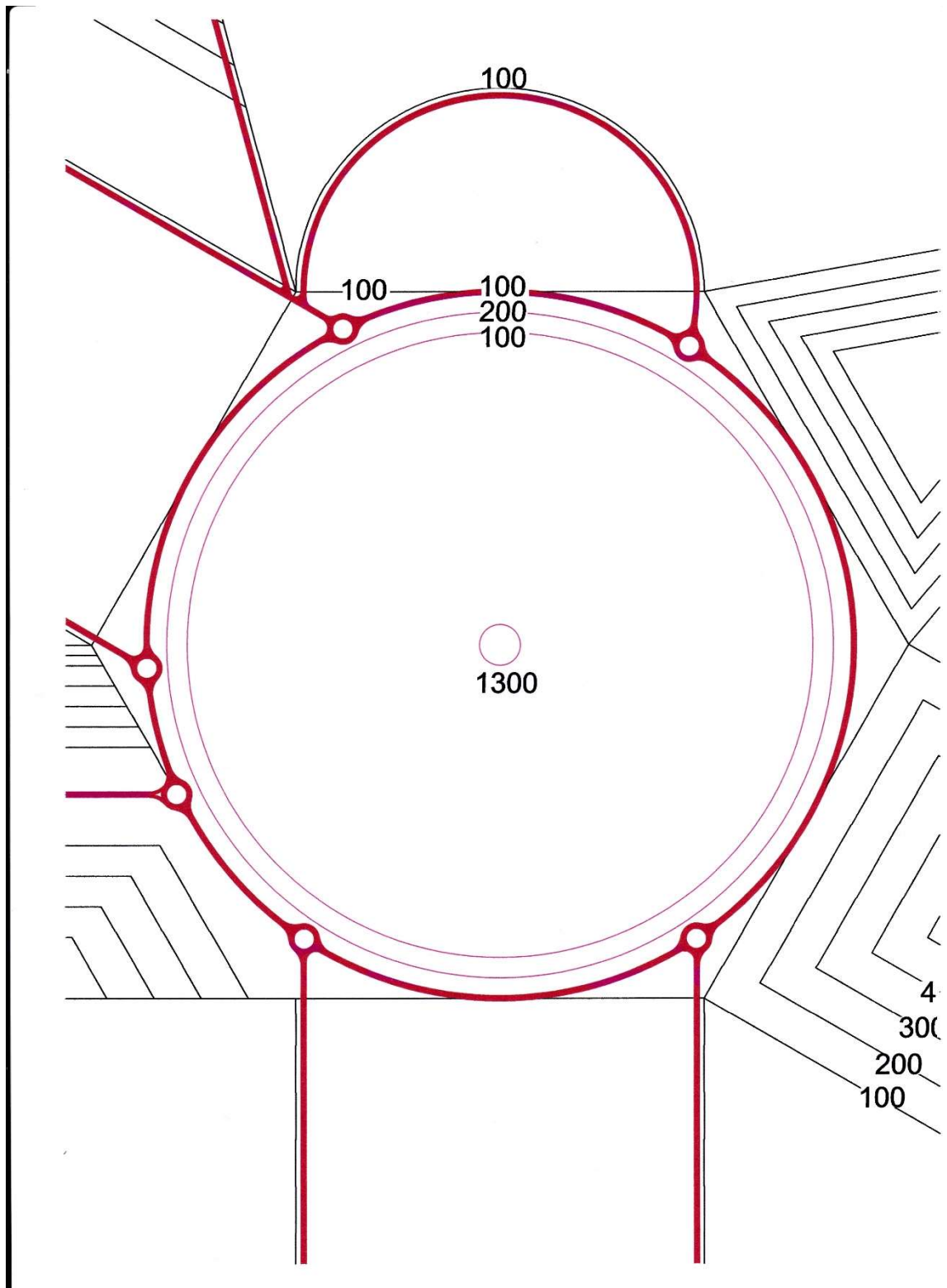
FASE D

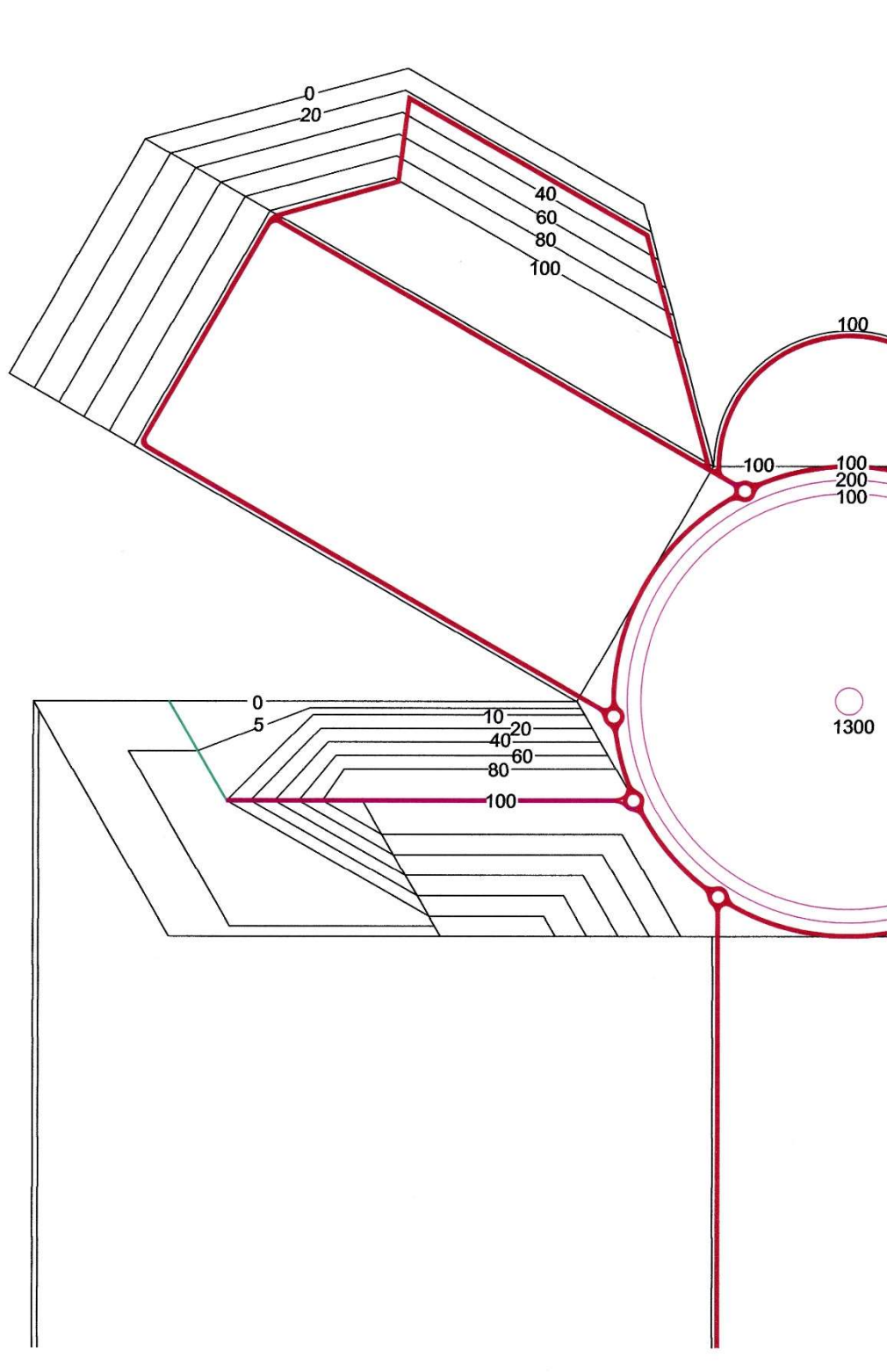
Se supondrán distintos valores del volumen de lava expulsado por el volcán y se ofrecerán como dato espesores medios de la capa de lava solidificada. (A concretar en su momento por el profesor de Biología y Geología)

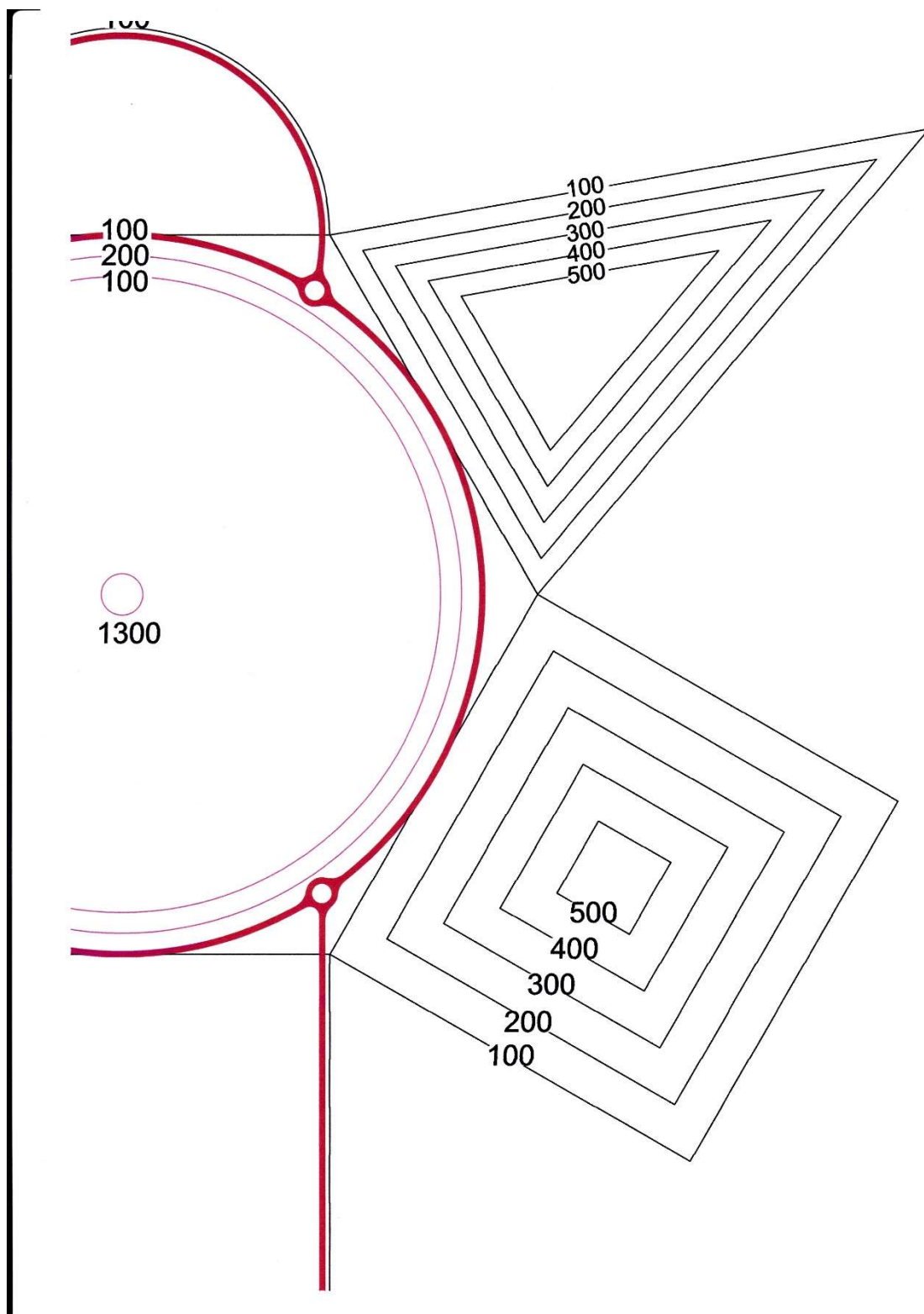
FASE E

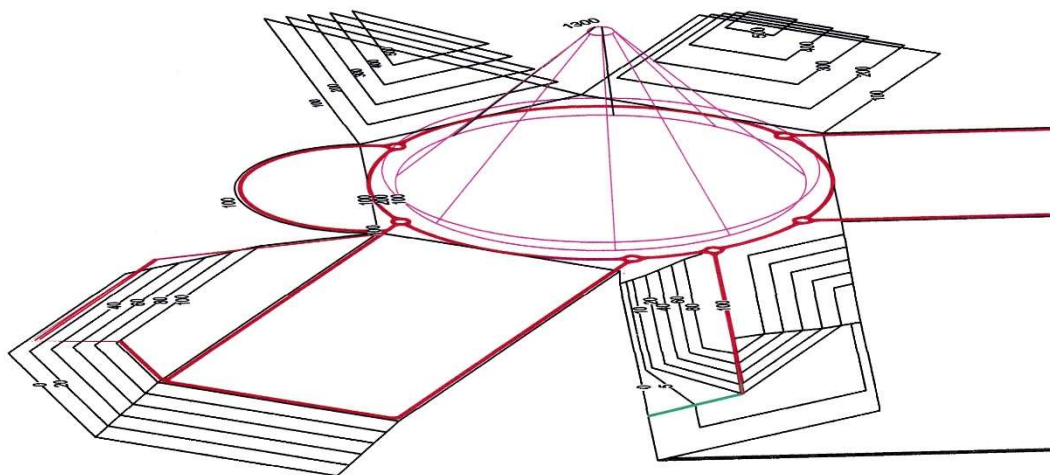
Nunca la realidad obtenida es idéntica al proyecto inicial. Existen múltiples condicionantes que impiden que la realidad, el resultado final, coincida exactamente con el dibujo, con lo planificado. En este caso, además, algunas cuestiones no están definidas. Pero, obviamente, al final del trabajo existirá una maqueta real, física, tangible y unos resultados.

Se incluyen a continuación planos de detalle y plano parcial en 3D









3.2.- EL RETO

FASE A

Dibujar individualmente la planta de la isla a escala 1:100000, en papel y digital.

Dibujar la planta de la maqueta de la isla a escala 1:2000. Para ello, se comenzará con una estructura de base sobre la que se dibujarán todos los elementos geométricos definidos y que han sido aportados como datos de partida.

Se pedirá a los alumnos que calculen algunas áreas y perímetros de las distintas zonas de la isla, según las indicaciones de los profesores no sólo con el objeto de que demuestren su capacidad de poder hacerlo sino fundamentalmente para que comprendan los órdenes de magnitud de las superficies en el mundo real y su comparación con el espacio que ocupa su representación en un papel.

FASE B

Se dará forma a la superficie en tres dimensiones del terreno de la isla, de nuevo a escala 1:2000.

Se añadirán los elementos estructurales, edificaciones, árboles, pistas del aeropuerto y torre de control, atracciones, etc., teniendo en cuenta, como ya se ha indicado, que, si no se ha fijado exactamente su ubicación, o el número de elementos constituyentes, la representación es libre, aunque debe ser lógica y proporcionada. Para ello, se hará labor de investigación guiada por los profesores sobre, por ejemplo:

Aeropuertos: Sus edificaciones, número de pistas y diferentes posicionamientos de las mismas.

Poblaciones: Posibles diseños y organización de calles y edificios singulares.

Zonas turísticas: Configuraciones típicas. Etc.

Se tratará de que, de una manera esquemática, diseñen y construyan los datos de detalle de la maqueta para que reflexionen sobre la organización urbana en el mundo actual y puedan comprobar a escala la comparación entre las alturas de distintos tipos de edificaciones y la magnitud de una montaña, por pequeña que esta sea.

También deberán representarse las vías de comunicación (carreteras principales), según los planos, teniendo libertad para diseñar las calles principales de las diferentes zonas de la isla.

Además, ya que la isla no solo está definida geoméricamente en planta, sino que, en tres dimensiones, también se diseña con diferentes cuerpos geoméricos, se aprovechará para practicar el cálculo de volúmenes.

Y en lo que a la parte de dibujo técnico se refiere, se podrá aprovechar la isla para hacer secciones y vistas.

FASE C

Se supondrá que los vulcanólogos son capaces de prever una erupción inminente, pero se desconoce con cuánta antelación. También es variable el número de personas que para ese momento se encuentren en la isla, así como la cantidad de lava que expulsará el volcán.

Se hará trabajo de investigación sobre los valores de las variables de manera que cada grupo obtenga una propuesta. Se estudiarán los distintos valores de esas variables, así como los aportados por los profesores con el fin de encontrar una combinación ventajosa o aquella de entre varias posibles que resulte más efectiva. Esto requerirá nuevo trabajo de investigación.

Es decir, deberán presuponer posibles datos de habitantes en cada una de las poblaciones, número de trabajadores y visitantes en el aeropuerto o en el parque de atracciones, todo ello de manera lógica, conforme a las superficies de cada una de esas zonas y demás cuestiones a tener en cuenta, así como ocupación hotelera en las zonas turísticas, etc. En resumen, cada grupo, según su investigación, habrá determinado el número de personas que hay que evacuar en cada lugar, por dónde deberían salir, el tiempo que tardarían en llegar al

puerto o al aeropuerto, etc. y tendrán que relacionarlo con el tiempo que se supone disponen, según las características que hayan previsto para la erupción (que también serán diferentes para cada grupo)

FASE D

Se calcularán y se representarán sobre la isla las distintas superficies ocupadas por la lava, dependiendo de los valores de los volúmenes expulsados y del espesor medio.

FASE E

Se hará una representación gráfica manual y digital de lo que se ha obtenido al final del proyecto.

Se expondrá y defenderá en público el trabajo.

3.3.- MATIZACIONES

Como se puede observar, el enunciado es muy concreto en algunos aspectos y abierto y flexible en otros. Esto es así porque, evidentemente, las dimensiones físicas generales de la maqueta que represente la isla deben estar fijadas, aunque no tengan que ser obligatoriamente las que aquí se han determinado. Sin embargo, esa precisión no es necesaria para los detalles menores y, por supuesto, es imposible de concretar para todas aquellas cuestiones que requieren trabajo de investigación.

Con todo esto se pretende, como ya se ha indicado en la justificación, por una parte, que los alumnos razonen, reflexionen y debatan sobre ello y que, cuando tomen una decisión, ésta haya sido consensuada y dada por válida. Por otra parte, es una manera de permitir que desarrollen su propia imaginación y puedan hacer su aportación personal al proyecto, teniendo a los profesores como guías.

Tampoco se concretan los materiales a ser usados para la consecución del proyecto. Nuevamente se deja libertad y, con ello, se otorga capacidad de decisión, pero, indudablemente, se traslada el trabajo de reflexión, y con él se adquiere la responsabilidad del resultado.

Es necesario insistir en que las fases C y D han de ser cuidadosamente dirigidas por los profesores, pues constituyen un elemento vivo del proyecto, susceptible de ser modificado, ampliado, recortado y modelado a gusto de ellos mismos y de los alumnos. Nunca, por muchas veces que se repita el proyecto con distintos grupos de alumnos y aunque se intente asemejarse lo más posible al realizado previamente, dos proyectos serán iguales. Probablemente no serán ni tan siquiera parecidos.

La fase E es lo que en ingeniería se podría conocer como *planos fin de obra*.

4.- CORRESPONDENCIA CON LOS CONTENIDOS DE LAS ASIGNATURAS

Este proyecto está concebido para el nivel de tercero de ESO.

Se ha tomado como base 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.**

Las asignaturas que intervendrán directamente en el proyecto y, en concreto, los contenidos que corresponderán a cada asignatura serán:

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA. TERCER CURSO DE ESO

Contenidos
Bloque 2. El relieve terrestre y su evolución
Manifestaciones de la energía interna de la Tierra. El calor interno de la Tierra: origen y relación con la dinámica de la corteza. Origen y tipos de magmas. Tectónica de placas. Formaciones geológicas asociadas a los límites entre placas. Actividad sísmica y volcánica. Tipos de manifestaciones volcánicas. Distribución de los volcanes y terremotos. Los riesgos sísmico y volcánico. Importancia de su predicción y prevención.
Bloque 3. Proyecto de investigación
Proyecto de investigación en equipo

FÍSICA Y QUÍMICA. TERCER CURSO DE ESO

Contenidos
Bloque 3. El movimiento y las fuerzas
Velocidad media y velocidad instantánea. Estudio de la gravedad. Masa y peso. Aceleración de la gravedad.

MATEMÁTICAS ENSEÑANZAS ACADÉMICAS:
SEGUNDO CURSO DE ESO

Contenidos
Bloque 1. Contenidos comunes
<p>Elección de las estrategias y procedimientos puestos en práctica: uso del lenguaje apropiado (gráfico, numérico, algebraico básico, etc.) y de una buena notación; construcción de una figura, un esquema o un diagrama; experimentación mediante el método ensayo-error; búsqueda de analogías y de problemas semejantes o isomorfos; reformulación del problema, resolución de subproblemas dividiendo el problema en partes; recuento exhaustivo, comienzo por la búsqueda de regularidades y leyes; introducción de elementos auxiliares y complementarios; trabajo hacia atrás, suponiendo el problema resuelto; etc.</p> <p>Reflexión sobre los resultados; revisión de las operaciones utilizadas, asignación de unidades a los resultados, comprobación e interpretación de las soluciones en el contexto de la situación, búsqueda de otras formas de resolución, etc.</p> <p>Expresión verbal y escrita en matemáticas.</p> <p>Confianza en las propias capacidades para desarrollar actitudes adecuadas y afrontar las dificultades propias del trabajo científico.</p> <p>Utilización de medios tecnológicos en el proceso de aprendizaje para:</p> <ul style="list-style-type: none">a) la recogida ordenada y la organización de datos mediante tablas.b) la elaboración y creación de representaciones gráficas de datos numéricos, funcionales o estadísticos.c) facilitar la comprensión de propiedades geométricas o funcionales y la realización de cálculos de tipo numérico, algebraico o estadístico.d) el diseño de simulaciones y la elaboración de predicciones sobre situaciones matemáticas diversas.e) la elaboración de informes y documentos sobre los procesos llevados a cabo y los resultados y conclusiones obtenidos.

f) comunicar y compartir, en entornos apropiados, la información y las ideas matemáticas.

Bloque 2. Números y Álgebra

Simplificación y amplificación de fracciones.

Aproximaciones, truncamientos y redondeos. Operaciones.

Aumentos y disminuciones porcentuales.

Razón de proporción. Magnitudes directa e inversamente proporcionales.

Constante de proporcionalidad.

Resolver problemas en los que intervenga la proporcionalidad directa o inversa.

Bloque 3. Geometría

Figuras planas elementales: triángulo, cuadrado, figuras poligonales.

Circunferencia, círculo, arcos y sectores circulares. Cálculo de áreas y perímetros.

Cálculo de áreas y perímetros de figuras planas. Cálculo de áreas por descomposición de figuras simples.

Uso de herramientas informáticas para estudiar formas, configuraciones y relaciones geométricas.

Revisión de los triángulos rectángulos. El teorema de Pitágoras. Justificación geométrica y aplicaciones.

Semejanza: figuras semejantes. Criterios de semejanza. Razón de semejanza y escala. Razón entre longitudes, áreas y volúmenes de cuerpos semejantes.

Poliedros y cuerpos de revolución. Elementos característicos, clasificación.

Áreas y volúmenes. Propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros.

Cálculo de longitudes, superficies y volúmenes en el mundo físico.

EDUCACIÓN PLÁSTICA, VISUAL Y AUDIOVISUAL.

TERCER CURSO DE ESO

Contenidos
Bloque 3. Dibujo Técnico
Construcciones fundamentales en el plano. Paralelismo y perpendicularidad. Ángulos. Construcción de ángulos con compás y con escuadra y cartabón. Proporción. Teorema de Thales. División de un segmento en partes iguales. Studio geométrico de la proporción. Semejanza e igualdad. Escalas. Tipos de escalas. Triángulos y cuadriláteros. Polígonos regulares y estrellados. Construcciones particulares de hasta 8 lados inscritos en una circunferencia. Construcciones particulares de hasta seis lados conociendo el lado. Representación del volumen y del espacio. Representación de vistas de volúmenes sencillos.

TECNOLOGÍA. TERCER CURSO DE ESO

Contenidos
Bloque 2. Expresión y comunicación técnica
Proporcionalidad entre dibujo y realidad: escalas. Acotación. Herramientas informáticas básicas para el dibujo vectorial y el diseño asistido. Aplicación de escalas y acotación a la realización de bocetos y croquis, mediante dichas herramientas. Metrología e instrumentos de medida y precisión. Aplicación de dichos instrumentos a la medida de objetos para su correcta representación.
Bloque 5. Tecnologías de la información y la comunicación

El ordenador como medio de comunicación.

El ordenador como herramienta de tratamiento de la información.

Como se puede observar, el proyecto propuesto desarrolla contenidos integrados dentro de los currículos de cuatro asignaturas de tercero de ESO y una asignatura de segundo de ESO.

Ahora bien, dado que lo que correspondería a Física y Química realmente juega un pequeño papel del bloque tres referido al movimiento y las fuerzas, se estima que no merece la pena involucrar en el proyecto al profesor o profesora de esta asignatura, habida cuenta que los contenidos propios de su materia son anecdóticos y que están integrados dentro de la asignatura de Biología y Geología.

En el caso de las matemáticas, la mayor parte de los contenidos que se abordan en el proyecto se corresponden de una manera más directa con la asignatura de segundo curso y no con la de tercero, por ello es el currículo de segundo el que se ha citado. Podría parecer, por tanto, que existe una falta de coherencia en el diseño del proyecto, pues los alumnos que lo van a llevar a cabo serán de tercero de ESO. Sin embargo, el hecho de que esos contenidos no aparezcan tan claramente en el currículo de la asignatura de tercer curso, no implica que no se precise su conocimiento, o que no tengan nada que ver unos con los otros. Muy al contrario, los contenidos del currículo de segundo curso que se han expuesto con anterioridad son los cimientos de los abordados en tercero, y aunque no se especifiquen expresamente, son básicos y absolutamente necesarios para poder abordar la asignatura de tercer curso. Digamos que los de tercer curso son una ampliación de los de segundo.

De hecho, es francamente probable que el profesor que imparte la asignatura de matemáticas de tercer curso tenga que comenzar repasando o haya de pararse con frecuencia a recordar esos conceptos como paso previo a impartir la materia propia de tercero. Es bien sabido que, dada la gran cantidad de materia que está programada y el tiempo limitado con el que se cuenta, muchas veces los conceptos no quedan suficientemente fijados en los alumnos y que tras las vacaciones de verano éstos llegan un tanto despistados. Por ello

entiendo que no existe incoherencia en el proyecto por el hecho de que para las matemáticas se haya citado el currículo de la asignatura de segundo curso. Es más, el hacerlo de este modo es muy positivo, porque los alumnos no parten de cero, con lo cual les resulta mucho más fácil enfrentarse al proyecto con optimismo y porque de esta manera el proyecto los ayuda a repasar y sobre todo a afianzar esos conocimientos, a fijarlos en mayor medida y, por supuesto, a contribuir a una mejor y más rápida asimilación de los nuevos conocimientos del tercer curso.

Por otra parte, el Bloque 1 o común de la asignatura de matemáticas es idéntico para el curso de segundo y de tercero y tanto los contenidos como los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables son básicos en este proyecto.

5.- DIVISIÓN EN TIEMPOS Y MATERIAS Y SU ORGANIZACIÓN

5.1.- TIEMPOS

Dada la envergadura y complejidad del proyecto, se ha considerado la posibilidad de que su consecución se desarrolle durante prácticamente el curso completo. Pretender abarcar todas las fases, por ejemplo, en un trimestre, supondría dedicar demasiado tiempo semanal al mismo. Dos trimestres podrían ser suficientes, pero es muy complicado poder concretar exactamente en esta exposición teórica cuántos períodos lectivos van a ser necesarios.

No debemos olvidar que toda planificación, incluso basada en experiencias previas, adolece de un grado de incertidumbre importante y está expuesta a imprevistos que pueden dar al traste con la misma, cuanto más, algo novedoso que se lleva a acabo por primera vez.

Lo importante es no dedicar a la semana más de dos o tres períodos lectivos, pues de este modo los profesores no tendrán la sensación de no avanzar en el resto del programa por dedicar demasiado tiempo a las partes del currículo contempladas en el proyecto.

Por otra parte, si los alumnos se involucran en el proyecto el curso completo y trabajan relajadamente, sin agobios de tiempo, el grado de afianzamiento de los conocimientos será mucho mayor y el resultado final de mucha mayor calidad.

De este modo, sin esa presión, todos trabajarán sin agobio, mucho más satisfactoriamente.

En cualquier caso, nada está determinado, sino que es una orientación. Dependiendo de cómo se vayan desarrollando las primeras jornadas de trabajo, se puede hacer una reprogramación, incrementando o disminuyendo. De hecho, una de las bondades de estos proyectos es su flexibilidad, pues todos sus elementos son susceptibles de ajuste, desde la programación hasta los requerimientos exigidos.

Sería conveniente que el día escogido para el proyecto STEM – PBL no coincidiera con el principio ni con el final de la semana.

Los lunes son un día de un cierto pesimismo generalizado. Es de dominio público que los ánimos suelen estar un poco más bajos, ante una semana completa de trabajo por delante y, además, hay que volver a coger el ritmo perdido durante el fin de semana. Los viernes podrían no resultar un día apropiado porque el grado de concentración es menor ante la expectativa del descanso inminente y la planificación mental, irremediable, de las actividades lúdicas que se tiene previsto realizar.

Otra cuestión que debemos considerar es que los días festivos o no lectivos suelen caer más habitualmente en lunes o en viernes que en miércoles, por el simple hecho de que no sólo les corresponden sus fiestas propias, sino los días no lectivos de los festivos que coinciden en martes o en jueves, cosa que no sucede con los miércoles. Además, por mi experiencia personal, considero que el día intermedio de la semana es un buen momento para cambiar de actividad, para abordar la enseñanza-aprendizaje de una manera diferente. Se establecería así un sistema 2+1+2, siendo el miércoles el día del aprendizaje basado en proyectos.

Teniendo en cuenta el número de miércoles lectivos de los últimos cinco años y para estar del lado de la seguridad, se establece que el proyecto podría tener una duración de 30 días, 30 miércoles.

Habida cuenta que los horarios de la ESO establecen por lo general una distribución de 3 períodos + recreo + 3 períodos y que la duración de cada uno de esos períodos, dependiendo del centro, oscila entre 50 y 60 minutos, se propone dedicar al proyecto al menos la segunda mitad de la mañana, lo que resultaría en un total de 90 períodos lectivos con un rango de entre 75 y 90 horas efectivas, dependiendo del centro.

Como la diferencia es importante, 15 horas, el proyecto deberá adaptarse a ese condicionante, bien siendo simplificado en el caso de las 75 horas, si no fueran suficientes o, si sí lo fueran, ampliándolo o reincidiendo en algunos aspectos para completar las 90 horas lectivas, o incluso no utilizando esas horas, dedicándolas a otras partes de las asignaturas.

Evidentemente no se puede contrastar, a este nivel teórico en el que nos estamos moviendo, la viabilidad y realismo de estas consideraciones. Debo repetir que no existen experiencias previas y que, en tanto no se ponga en práctica, no se pueden hacer aseveraciones tajantes a ese respecto ni precisar al detalle la evolución. Por otro lado, tampoco es esa la pretensión de este trabajo.

5.2.- MATERIAS

Una vez establecida una posible previsión de los tiempos a emplear para el proyecto, se precisa compatibilizar las asignaturas o materias.

Como ya se ha indicado, aunque se menciona la materia de Física y Química, su participación es anecdótica y no merece la pena incluir al profesor o profesora que imparta esa asignatura, si bien, el proyecto tocará esa parte del currículo y así hay que tenerlo en cuenta.

Quedan, entonces, cuatro materias que intervienen directamente y que son: Biología y Geología, Matemáticas (tanto Enseñanzas Académicas como Enseñanzas Aplicadas, pues los conceptos realmente son de 2º curso, que es común y sirven de base para cualquiera de las dos que se imparten en tercero), Educación Plástica, Visual o Audiovisual y Tecnología. Por tanto, son cuatro asignaturas las que intervienen y tres períodos de clase los que está previsto dedicar al proyecto cada miércoles.

Lo primero, sin duda, es que en la distribución horaria del miércoles estén las cuatro asignaturas y que tres de ellas se encuentren establecidas en la segunda parte de la mañana y la cuarta en el período inmediatamente anterior al recreo.

Parece fundamental que, en esos cuatro períodos, cada uno de los profesores no tenga más clases que la suya, es decir, que los otros tres períodos los tenga libres. De esta manera, como en principio para el proyecto sólo se van a utilizar los dos o tres períodos finales en el caso de que no se necesite la presencia de alguno o varios de ellos durante todo el tiempo, lo que puede suceder en varias ocasiones, dependiendo de la organización que establezcan, podrán intercambiarse los períodos entre sí, o tomar alguno de los profesores para su materia dos o más períodos y otro u otros ninguno, o estar todos juntos durante todo el tiempo, o todas las posibles combinaciones que consideren oportunas. De nuevo es algo que han de experimentar y que no es posible establecer con antelación.

Pero hay una cuestión importante, y es que los alumnos que realicen el proyecto hayan escogido Educación Plástica, Visual o Audiovisual y Tecnología.

La ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo de ESO en Castilla y León, contiene en su anexo II.

ANEXO II

ORGANIZACIÓN DE MATERIAS Y DISTRIBUCIÓN DEL HORARIO SEMANAL

PRIMER CICLO			
MATERIAS	Períodos lectivos semanales		
	1º	2º	3º
TRONCALES			
Biología y Geología	3		2
Física y Química		3	2
Geografía e Historia	3	3	3
Lengua Castellana y Literatura	4	4	4
Matemáticas	4	4	4
Primera Lengua Extranjera	4	3	3
ESPECÍFICAS			
Educación Física	2	2	2
Religión o Valores Éticos	1	2	1
Educación plástica, visual o audiovisual*	3		3
Tecnología*	3		3
Música*		3	3
Cultura Clásica		3	
LIBRE CONFIGURACIÓN AUTONÓMICA			
MLCA**	2	2	2
Tutoría	1	1	1
PERÍODOS SEMANALES	30	30	30

* Materias entre las que el alumno cursará dos en tercer curso

**MLCA materias de libre configuración autonómica

Como se deduce de la tabla anterior, Biología y Geología y Matemáticas son asignaturas troncales y todos los alumnos las van a cursar, sin embargo, las otras dos son específicas y entre las tres que están marcadas con un asterisco: Música, Tecnología y Educación Plástica, Visual y Audiovisual, deberán escoger dos, con lo que habrá alumnos que hayan escogido Tecnología y Música, otros Tecnología y Educación Plástica, Visual y Audiovisual y otros Música y Tecnología y Educación Plástica, Visual y Audiovisual.

Por ello, lo más sencillo sería que existiera una clase en la que todos los alumnos cursasen las cuatro asignaturas, pues si están mezclados con aquellos que cursen Música, a la hora de juntarse para el proyecto, podrían surgir complicaciones. Por ello considero que es una labor previa del centro, a instancias de los profesores, prever esta circunstancia cuando se hace la distribución por grupos y aulas y se establece el horario, precisamente para evitar dificultades añadidas a las inevitables.

Una posible distribución sería

MIÉRCOLES
Asignatura
Asignatura
Tecnología
RECREO
Matemáticas
Biología y Geología
Educación Plástica, Visual y Audiovisual

Existen 24 combinaciones posibles.

5.3.- ORGANIZACIÓN

La organización se refiere a cómo deben programar sus asignaturas los profesores que participan en el proyecto y las intervenciones de cada una de sus partes en el mismo.

Es muy habitual que en cada asignatura el profesor siga el orden establecido en el currículo, pero eso funciona correctamente si cada asignatura es independiente. Cuando hay varias que interaccionan, lo más habitual es que sea preciso cambiar esos órdenes.

Veamos las materias del proyecto por separado y el número de períodos con que cuenta cada una.

MATERIAS PROYECTO	3º ESO
Biología y Geología	2
Matemáticas	4
Educación plástica, visual o audiovisual*	3
Tecnología*	3
PERÍODOS SEMANALES	12

Estimamos unas 35 semanas de clase completas, por tanto, los períodos totales que corresponderían a cada asignatura serían:

MATERIAS PROYECTO	3º ESO
Biología y Geología	70
Matemáticas	140
Educación plástica, visual o audiovisual*	105
Tecnología*	105
PERÍODOS ANUALES	420

Análisis de las materias por separado.

Biología y Geología

Consta de tres bloques y unos 70 períodos lectivos. El primero de ellos, dedicado a la parte de Biología, se refiere a las personas y la salud. Es un gran bloque, tan extenso que bien podría dedicarse el curso entero a él. Sin embargo, teniendo en cuenta el programa completo, lo más lógico sería dedicarle no más de 30 períodos lectivos, o incluso alguno menos. El segundo bloque corresponde a la Geología al que, por comparación, le corresponderían entre 20 y 30 períodos, y de ellos, corresponderían al proyecto una tercera parte. El tercer bloque es un trabajo de investigación en equipo que se puede encuadrar completamente en el proyecto STE(A)M – PBL y que tendría una duración de entre 10 y 20 períodos lectivos.

Debería ser el profesor de esta materia quien calculara las horas a dedicar a cada uno de los bloques, aprovechando su experiencia en años anteriores, y más en concreto a cada una de las unidades de esos bloques y, por consecuencia, al proyecto, pero, por intentar hacer una previsión, y teniendo en cuenta lo indicado anteriormente, resulta que una dedicación al proyecto de **unos 20 o 22 períodos lectivos** del total de 70 previstos, podría ser adecuada, es decir, **alrededor de un 30% del total de la asignatura**.

En lugar de comenzar por el Bloque 1 y dedicar los dos períodos lectivos semanales a él hasta concluirlo, lo que correspondería en este caso es comenzar por el Bloque 2. Geología. En el período lectivo no asociado al proyecto STEM, en adelante (período libre) se tratarían los temas que no se encuadran directamente en el proyecto y en la hora del miércoles los que sí están directamente relacionados.

Una vez que se ha abordado toda la Geología, se continuará en el período libre con la Biología.

Matemáticas

Las matemáticas constan de cinco bloques y unos 140 períodos lectivos. El primero de ellos no está compuesto de temas teóricos como tal, temas que requieren una explicación y una práctica, sino que se refiere a una serie de contenidos comunes de carácter más bien filosófico, de destrezas que se han de adquirir con la consecución de los demás. El bloque 2 y el bloque 3, dedicados a Números y Álgebra y Geometría, respectivamente, son los que, en parte de sus conceptos básicos de 2º curso, estarían relacionados con el proyecto STEM. Resta el bloque 4, dedicado a Funciones y el bloque 5, que se refiere a Estadística y Probabilidad.

De nuevo es tarea del profesor establecer el número de períodos que dedicar a cada uno de esos bloques, pero parece evidente que unos 70 períodos corresponderían a los bloques 2 y 3, y que el bloque 1 está totalmente relacionado con la forma de trabajar en un proyecto STEM – PBL, por tanto, y teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, pero también el hecho de que el currículo no es el de tercero de ESO, parece que no corresponde dedicar al proyecto más de **24 o 26 de los períodos lectivos**, es decir, **aproximadamente un 18% del total de la asignatura**.

Como la asignatura cuenta con cuatro períodos lectivos por semana y al proyecto se dedica un único período semanal, restan todavía 3 períodos libres para impartir el resto de la materia, lo que se estima suficiente y adecuado.

Educación Plástica, Visual y Audiovisual

Esta asignatura consta de tres bloques y unos 105 períodos lectivos. El primero de ellos está dedicado a la Expresión Plástica, el segundo a la Comunicación Audiovisual y el tercero al Dibujo Técnico. Es el tercer bloque el que estaría directamente relacionado con el proyecto.

El bloque 2 es más corto que los otros, con bastante menor contenido, y aunque, como ya se ha indicado, corresponderá al profesor de esta materia hacer su distribución en períodos, para poder establecer una organización inicial,

se ha considerado dedicar a ese bloque 2 un total de 15 de los 105 períodos con que cuenta la materia. De este modo quedarían 45 períodos para cada uno de los otros dos bloques.

Del bloque 3, dedicado al Dibujo Técnico, algo más de la mitad de los temas a tratar no estarían directamente relacionados con el proyecto STEM, por lo que podrían corresponder al proyecto unos **20 períodos lectivos**.

Ahora bien, si consideramos la A (Arts), y entendemos el proyecto como STEAM, también se podría aprovechar el proyecto para transmitir a los estudiantes conceptos del currículo a través de la elaboración artística de la maqueta de la isla, en todo lo que se refiere al color, a la representación del volumen y el espacio o el descubrimiento y representación objetiva y subjetiva de las formas.

Es una cuestión, a decidir por el profesor de esta asignatura, si entiende el proyecto de una u otra forma.

En todo caso, desde mi punto de vista, y de acuerdo a lo indicado, le serían aplicables a la Asignatura de Educación Plástica, Visual y Audiovisual entre **20 y 22 períodos lectivos, es decir, aproximadamente un 20% del total de la asignatura**.

Tecnología

Esta asignatura consta de 5 bloques y unos 105 períodos lectivos. Corresponde al profesor de esta asignatura decidir el número de períodos a dedicar a cada parte, pero atendiendo al temario del currículo, podría dedicarse más o menos el mismo tiempo a cada uno de ellos, lo que supondría 21 períodos lectivos para cada bloque.

La Tecnología intervendría en el proyecto STEM en la parte de su currículo que versa sobre la expresión y comunicación técnica, aunque de una manera colateral, pues ese bloque, al igual que los demás, está basado fundamentalmente en productos tecnológicos. En cierta medida, intervendría en la parte que se refiere al ordenador como herramienta de tratamiento de la información. Aunque expresamente no habla de programas de representación

gráfica o geométrica, pues el currículo se refiere fundamentalmente a programas de hoja de cálculo y de base de datos, habría que entender que el profesor de tecnología sería capaz de manejar programas tipo Geogebra u otros más complejos, al menos al mismo nivel que el profesor de matemáticas. Por otro lado, la hoja de cálculo se podría utilizar para los cálculos de áreas, perímetros y volúmenes.

Por todo ello, se considera que esta asignatura podría contribuir al proyecto STEM con al menos **15 o 17 períodos lectivos, es decir, aproximadamente un 15% de la asignatura.**

6.- DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1.- LOS ALUMNOS

El ratio establecido por la Junta de Castilla y León para el número de alumnos por aula es el siguiente:

Para Educación Infantil y Primaria: 25 alumnos por unidad.

Para Educación Secundaria: 30 alumnos por grupo

Para Bachillerato: 35 alumnos por grupo.

Es muy común en las ciudades y en aquellos colegios que tienen gran demanda de solicitudes, que las aulas lleguen al tope de 30 alumnos establecido. En algunas zonas rurales y en aquellos colegios de ciudades que se encuentran ubicados en varios de población envejecida o con circunstancias especiales, el número de alumnos puede ser significativamente menor.

Es imposible conocer el número de alumnos con el que se va a contar para el proyecto, habida cuenta, además, que en este caso existe el condicionante añadido de que todos los estudiantes tienen que haber elegido, como ya se ha indicado, las asignaturas de Educación Plástica, Visual y Audiovisual y de Tecnología.

Aunque algunas de las actividades serán realizadas individualmente por los alumnos, la práctica habitual se desarrollará en grupos.

Los criterios para esa división son responsabilidad de los profesores. En principio lo más efectivo es realizar pruebas iniciales que, por una parte, servirán para evaluar el nivel de conocimientos de los alumnos en cada una de las materias y, por otra, actuarán como activadoras de los conocimientos previos. De esa manera se tendrá un criterio para la división de la clase en grupos.

Se establecen tres niveles de puntuación: de 0 a 3, de 4 a 6 y de 7 a 10.

No voy a entrar en el conocimiento teórico sobre cómo generar equipos eficaces. Existen muchos modelos de desarrollo de equipos, como los de Bruce Tuckman, Paul Hersey y Ken Blanchard, Peter Drucker, que ofrecen sus criterios en la aplicación de las características de liderazgo, objetivos y visión común, selección de integrantes, roles y clima y confianza de colaboración, pero no es objeto de este proyecto, y por ello no pretendo entrar en profundidad sobre ello.

Me centraré en una selección simple de integrantes que, desde mi punto de vista, es lo primero que hay que hacer. Y lo voy a hacer en base a los resultados de las pruebas iniciales. Una vez establecidos los grupos, dentro de cada uno se pueden establecer las demás características.

Mis propuestas para la división en grupos son las siguientes:

A).- La primera de ellas consiste en la mezcla homogénea. En este caso, de acuerdo con los resultados obtenidos, se dividirá la clase en grupos de seis alumnos, de manera que en cada grupo haya, a ser posible, alumnos de los tres niveles de puntuación. Este modelo tiene la ventaja de que los grupos son homogéneos y cuentan, en teoría, con las mismas capacidades de desempeño. El inconveniente es que dentro del grupo existe una disparidad efectiva que puede llevar a que el peso de las tareas lo lleven siempre los más avezados y aquellos con menores aptitudes o menor interés apenas trabajen. Esa es una de las críticas más comunes que suele tener esta división, especialmente por parte de los alumnos, como se ha visto en los resultados de las encuestas realizadas y expuestas con anterioridad.

B).- La segunda opción consistiría en la mezcla encadenada o imbricada que consiste en que en cada grupo habrá alumnos de dos de los niveles de puntuación consecutivos. Es decir, nivel 1 y nivel 2 o nivel 2 y nivel 3, pero nunca nivel 1 y nivel 3 juntos. La ventaja de esta opción reside en que las aptitudes de los alumnos de un mismo grupo son más homogéneas entre sí y la zona de desarrollo personal es similar. Las diferencias no son tan evidentes como cuando mezclamos los del nivel 1 con los del nivel 3 y, de este modo, los estudiantes pueden sentirse más cómodos.

C).- El tercer modelo consistiría en no mezclar alumnos de diferentes niveles, habría así grupos de nivel 1, de nivel 2 y de nivel 3. La ventaja de este

modelo consiste en que la homogeneidad de los alumnos es incluso superior a la opción B, y pueden trabajar de una manera más cómoda. El inconveniente es que se produce una polarización o división, que va en contra de la filosofía de integración y del espíritu colaborativo, que se impide a los alumnos de los niveles inferiores beneficiarse de la ayuda de los de los niveles superiores y que, por consecuencia no todos los grupos tengan el mismo potencial de desempeño.

En los modelos segundo y tercero habrá que establecer un sistema de evaluación diferenciado para los distintos grupos.

Existen profesores detractores y partidarios de los tres modelos, por lo que tendrán que ponerse de acuerdo entre ellos sobre la manera de llevar a cabo la división en grupos.

Particularmente, si fuera yo la que tuviera que escoger, me decantaría por la opción A) o la B), pero nunca por la C).

En cuanto al número de integrantes del grupo, si el número de alumnos es elevado, los grupos contarían con 6 personas. En la medida en que el número total de alumnos disminuya, se podrán establecer grupos de menor número de alumnos, sin que éste baje de un total de 4 por grupo.

Por último, y una vez establecidos los grupos, habrá que establecer roles dentro de cada grupo: líder/portavoz, secretario, moderador, coordinador, facilitador, cronometrador.... En mi opinión personal totalmente rotatorios.



En este caso vuelve a haber división de criterios. Hay quienes opinan que los roles deben ir cambiando a lo largo del desarrollo del proyecto para que todos los alumnos puedan pasar por los distintos roles, ya que esta es una importante experiencia de aprendizaje. Sin embargo, hay quienes consideran que los roles deben asignarse según las concretas aptitudes de los alumnos y que sólo deben cambiarse si se evidenciara que el desempeño no se ajusta a lo esperado. De esta manera se sacará el mejor partido a las habilidades de cada uno de los estudiantes.

Yo soy partidaria de la rotación de roles.

6.2.- LOS RECURSOS

Se deberá contar con un aula doble, una sala espaciosa de grandes dimensiones o cualquier lugar cerrado y amplio, y preferiblemente dedicado en exclusividad al proyecto. No hay que perder de vista que la maqueta tendrá unos 12 metros de largo y unos 9 metros de ancho, y que, el lugar donde esté ubicada será el lugar de trabajo por excelencia para el proyecto. El aula de proyecto, es el recurso más importante del que se dispone y, por ello es fundamental aprender a sacarle el mejor partido y a exprimir todas y cada una de las posibilidades que ofrece. Todo lo demás es algo con lo que jamás se puede contar con absoluta seguridad. Por ello, es trascendental aprovechar al máximo las opciones de esta aula. Se tratará de crear ambientes diferentes, con distintas disposiciones de mesas y sillas, de tal forma que sean apropiados a las tareas a realizar.

Dado que en este recinto no impartirán clases más profesores de los que intervienen en el proyecto, se pueden elaborar carteles o murales que plasmarán, por una parte, frases de ánimo y, por otra, aquellas cuestiones, conceptos o máximas fundamentales del proyecto. Los planos, los bocetos, los datos, las fórmulas, los métodos de resolución, los cálculos, los resultados que se van obteniendo... todo lo que se considere interesante se colgará de las paredes para tenerlo a la vista, siguiendo un orden lógico. Ese es un método de trabajar eminentemente ingenieril. Crear un ambiente visual gráfico imbuido del proyecto.

Se entiende que el colegio contará con un aula de informática que los alumnos podrán utilizar para algunos de sus trabajos, tanto en grupo como individuales. Pero, además, puede que el colegio cuente con otros dispositivos susceptibles de ser utilizados libremente por los alumnos. En todo caso, aunque no fuera así, se les permitirá y se les instará a que se aprovechen de sus propios aparatos: móvil, tabletas, ordenadores portátiles u otros dispositivos electrónicos.

Evidentemente, se entiende que se contará con **cuadernos, libros de texto y todo tipo de material escolar tradicional, así como con calculadora**

adecuada al nivel. Los alumnos podrán utilizar las calculadoras en muchas de sus actividades, e incluso en alguna de las pruebas, así como todo tipo de dispositivos electrónicos. **Los libros de texto se consideran un material de apoyo muy importante pues los alumnos, a estas edades, todavía no son capaces de elaborar por sí mismos apuntes de calidad y no suelen prestar demasiada atención a los apuntes que se les presentan en hojas sueltas.**

Los profesores proporcionarán material de apoyo externo, de forma gratuita, tanto refuerzos teóricos como tareas para casa.

También se buscarán **recortes de periódicos o revistas, bibliografía, etc,** todo relacionado con el proyecto y que puedan resultar interesantes y motivadores para los alumnos.

Se estará siempre pendiente de repasar **las oportunidades externas del entorno físico:** museos, cine, exposiciones, excursiones, actividades diversas que pueden tener lugar en la localidad en la que se sitúa el colegio y que, de alguna manera, puedan tener relación con el proyecto o que contribuyan a ayudar a los alumnos en su desarrollo personal, en cualquier nivel, así como en su adquisición de competencias básicas. Museos en los que existan otros tipos de maquetas, películas relacionadas con las erupciones volcánicas, exposiciones sobre la tierra o sobre técnicas de dibujo artístico o relacionadas con la arquitectura o con el urbanismo, excursiones a algún lugar volcánico...

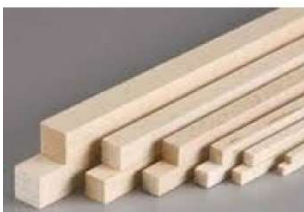
Por último, los alumnos contarán con material de dibujo: reglas, escuadra, cartabón, compás, lápices, rotuladores, pinturas, etc. Para su propio uso personal. Ahora bien, para la construcción de la maqueta, dadas sus dimensiones, los profesores deberán contar con todos esos útiles de dibujo, pero con las medidas apropiadas para poder ajustarse al tamaño de los diseños a realizar a la escala requerida.

6.3.- LOS MATERIALES

Los materiales para la construcción de la maqueta corren por cuenta del centro. Los profesores participantes en el proyecto, antes del comienzo del curso, tienen que haber previsto las distintas posibilidades de materiales a utilizar y hecho un cálculo aproximado del coste final del proyecto, pues seguramente así se lo habrán exigido los órganos de dirección del centro.

Sin embargo, los proyectos son vivos y flexibles y uno de los alicientes que tienen es que las decisiones se van tomando a medida que se va trabajando en ellos. Los alumnos tienen aquí mucho que decir.

Por ejemplo, una opción es la Madera Balsa, que es una madera suave, liviana y resistente, muy utilizada en la fabricación de maquetas por la facilidad para modelado y corte. Se pueden lograr curvaturas si se humedece la madera balsa y se pone a secar una vez obtenida la forma deseada. Puede encontrarse en espesores de 1 mm a 10 mm.



Otra opción es el PVC transparente, como el acetato, que gracias a su flexibilidad y firmeza se puede manipular en formas curvas, aunque éste es más adecuado para representar ventanas y cristales.

Este material puede encontrarse en espesores de 0.30 mm hasta 1 mm.



Una combinación de los dos anteriores podría dar muy buenos resultados

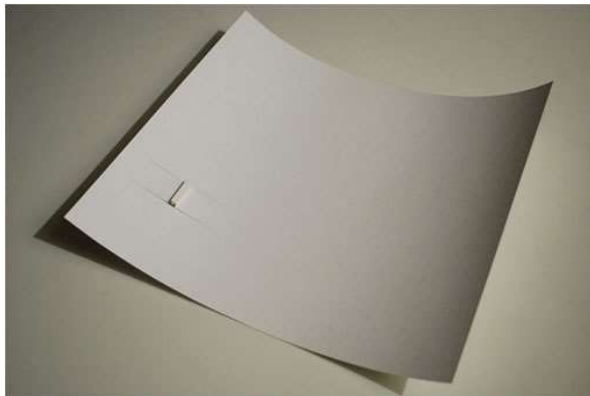


También tenemos el Estireno. La lámina de estireno es una opción de bajo costo y un material plástico bastante versátil. Tiene alta resistencia al impacto ya que cuenta con dureza y flexibilidad. Tiene un acabado mate, y puede cortarse

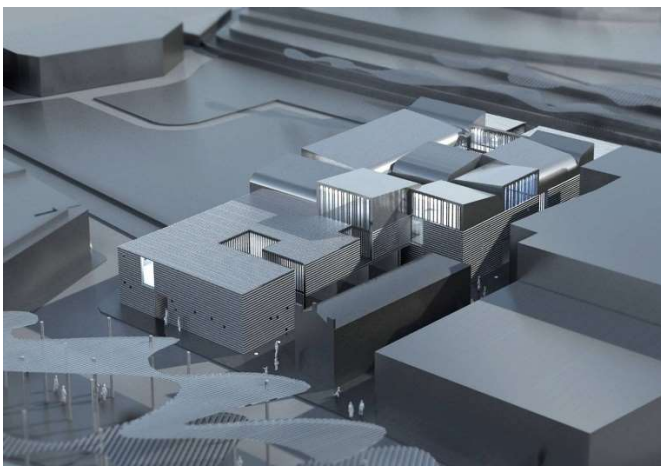
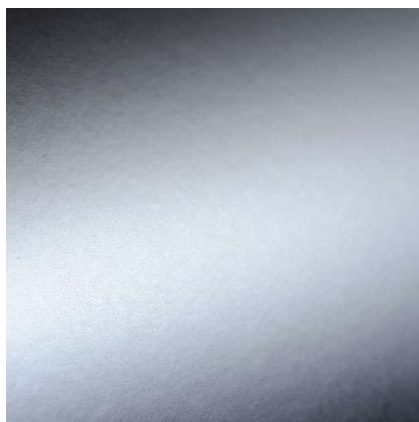
con facilidad, doblarla, pegarla y barrenarla para poder crear diferentes formas.
Se manejan espesores en calibres de 20 (0.5 mm) hasta de 120 (3 mm).



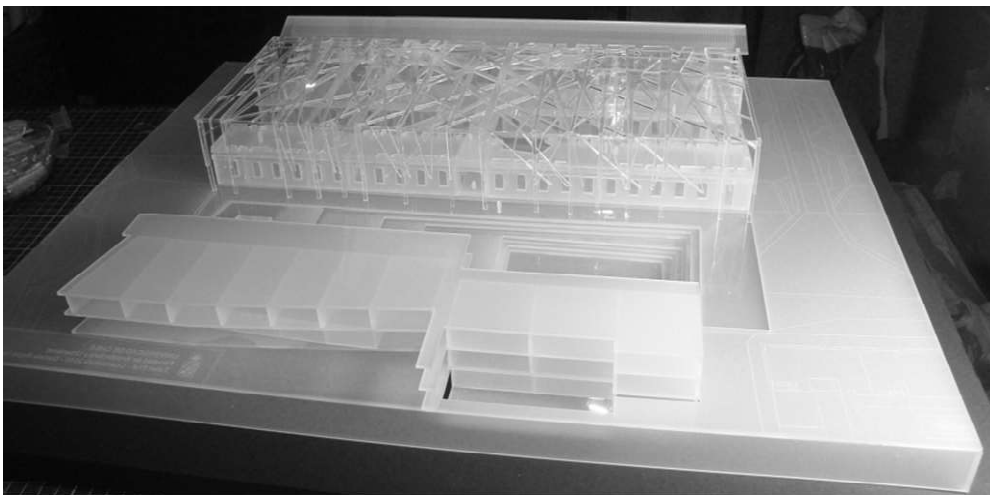
El papel batería es uno de los materiales básicos para principiantes en la elaboración de maquetas, pues es un material blando para cortar, ligero y fácil de manejar. Hay diferentes espesores y es fácil de conseguir. Con una buena técnica de lijado puede lograrse el acabado deseado para muros y volumetrías.



La Cartulina Texturizada es muy práctica. Existen múltiples tipos de cartulinas, texturas y colores. Es uno de los materiales más utilizados para generar volumetrías a escalas muy pequeñas, es fácil de cortar y doblar. Se utiliza comúnmente para simular revestimientos o acabados de materiales.



O el Acrílico. El efecto de este material, sin duda crea un acabado profesional y rígido en las maquetas. El acrílico es más flexible que el vidrio, así que hay menos posibilidades de que se quiebre. Puede fácilmente adquirir formas por diversos métodos, doblados, moldeados, tridimensionales. Hay presentaciones de 1/8 mm hasta 100 mm, con diversos colores y acabado de superficies. Su desventaja es que suele ser más caro y requiere de corte especializado.



Los materiales vistos hasta ahora son bastante sofisticados, propios de aquellos que se dedican a construir maquetas de gran calidad y precisión, maquetas que han de exponerse y que han de recrear con gran fiabilidad un proyecto.

No parece ser éste nuestro caso, o no en un principio, aunque, de nuevo, depende mucho de los profesores. Por ello se debe tener en cuenta que existen muchos más materiales a utilizar, pues para construir maquetas pueden utilizarse los materiales más diversos y no podemos perder de vista ninguna de las letras del STE(A)M, especialmente la S y la M.

Por ello vamos ahora a citar materiales menos sofisticados, más corrientes.

Papel, cartulina y cartón.

Se emplean en todas las fases del diseño, se consiguen con rapidez, económicos, fácil de manipular y sencillos de moldear. El tamaño más frecuente es de 70 cm x 100 cm o 61 cm x 68 cm. Existen cartones para construir maquetas de diferentes marcas y de diferentes formas. Los cartones se diferencian de la cartulina blanca por su color gris, debido a su contenido en papel reciclado o marrón.



Espuma rígida.

Suele emplearse para recortar volúmenes o superficies, sobre todo, en maquetas de concepto y de trabajo en el campo del urbanismo o cuando se han de elaborar maquetas especiales en el campo del diseño de objetos. Se pueden encontrar planchas de 50 cm x 100 cm y un espesor de 10 mm a 100 mm, 125 cm x 62,5 cm y un espesor de 1 mm a 3mm, o de 250 cm x 125 cm con un espesor de 4,40 mm a 6,5 mm.



Materiales moldeables.

El proyectista necesita yeso para realizar correcciones o añadidos, o para moldear plásticamente un terreno o un objeto. Para construir maquetas es preferible utilizar yeso blanco de alabastro. Para tapan las grietas se utiliza el “tapagrietas” que es igual al yeso aunque endurece más de prisa. “Tapagrietas” es un polvo blanco obtenido de la celulosa se utiliza de manera prácticamente igual que el yeso pero hay que tener en cuentas que se endurece más rápido.



La arcilla y la plastilina son dos materiales totalmente moldeados y además reciclables.



Madera.

Es uno de los materiales más empleados en la construcción de maquetas. Se suele utilizar madera maciza. Tiene un color y textura propios, los edificios realizados con madera a menudo se pintan, por eso son preferibles las maderas claras.

- Tableros de madera. Sobre todo como base de apoyo para la maqueta.
- Tableros de carpintero. Tienen grosor desde 13 hasta 45 mm, anchura hasta de 123 cm. y longitud de hasta 510m.
- Tableros de resina. Formados por mezcla de trozos de madera y resinas Sintéticas.
- Tableros aglomerados. Formados a base de virutas de madera y cola.



Vidrio

Vidrio mineral (vidrio corriente). Es duro y apenas se utiliza para construir maquetas. Para que los cantos sean rectos se ha de cortar con un diamante apoyado con una regla. Los cortes con una forma curva los ha de realizar un especialista. El vidrio más delgado tiene aproximadamente 1.8 mm de espesor y el más habitual entre 3 y 4mm.

Metacrilato

El Metacrilato es un material sintético, de poco peso, elástico y mucho más sencillo de cortar que el vidrio mineral. Puede encontrarse con muchas variantes, transparente, traslucido, opaco, en diferentes colores y texturas, pulido, rugoso, brillante, mate. etc.

Poliestireno

De color blanco y gris, se parece al metacrilato aunque es opaco. Para unir metacrilato se utilizan pegamentos especiales.

Metales

Para la fabricación de maquetas se utilizan alambres, chapas, perfiles y mallas metálicas para reproducir estructuras, construcciones metálicas o fachadas, o también para ofrecer una interpretación de la idea del proyecto o conseguir un efecto especial. Se usan estos materiales para construir las estructuras de algunos edificios, algunas fachadas y para efectos especiales.

Pinturas

Los elementos pequeños de madera suelen pintarse a pistola, varias capas delgadas. Las pinturas más utilizadas son las solubles al agua: tempera o similares. Se utilizan para pintar elementos pequeños de madera entre otras cosas con pinturas al agua o tempera.

Objetos encontrados en la naturaleza o industria.

Para representar árboles y arbustos o para reproducir elementos que dan una idea de la escala como automóviles, farolas, y muebles, pero también elementos constructivos.

Pegamentos, cinta adhesiva y papel autoadhesivo.

Al pegar hay que tener en cuenta tres aspectos:

- Estabilidad del material frente a los disolventes de la pega.
- Forma y tamaño de la superficie a pegar.
- Preparación de la superficie a pegar.

Cola blanca: fabricadas con resinas sintéticas disueltas en agua, debido a su contenido en agua, deforma los papeles.

A base de disolventes, se componen con resinas sintéticas, La película del pegamento se endurece al evaporarse el disolvente.

Pegamentos instantáneos, existen para materiales con poros y sin ellos, se pueden usar para metales, plásticos, vidrios, porcelanas, telas y gomas.” Se tienen que tomar en cuenta varios factores para elegir el pegamento correcto, por ejemplo, el tipo de papel por que los pegamentos a base de agua deforman algunos tipos de papel.

Existen casas especializadas que tienen catálogos de distintos materiales, con sus precios: chapas, mallas metálicas, rejillas, espumas, papeles, cartulinas, cartones de distintos espesores, figuras a diferentes escalas y materiales, árboles, autos, bolas, esferas, también materiales para preparar las bases y los terrenos, arenas, gravas, o para realizar las curvas de nivel, como cartón pluma, goma eva y cartoncillo, etc., además de perfiles, tubos y varillas en madera, plástico y metal.

Como se ha indicado anteriormente esta es una labor que deben realizar los profesores del proyecto, aunque quizás debería dirigirla el profesor de Tecnología y, por supuesto, es muy interesante que los alumnos tomen decisiones en ello.



6.4.- LAS ACTIVIDADES

FASE PREVIA

Los profesores, reunidos, convocarán a los alumnos en el que va a ser el recinto, sala o aula del proyecto para explicarles en qué va a consistir. Se les dará el enunciado y se explicarán las actividades a realizar.

Se incidirá en que el proyecto no representa la realidad, en cuanto a la geometría base del mismo, pues los elementos del relieve terrestre no tienen formas geométricas exactas y definidas de una manera tan estricta. Se explicará que se trata de una aplicación práctica para poder trabajar con una serie de contenidos del currículo a través de una simulación. Y que en muchas de las cuestiones el proyecto será una simplificación, una burda aproximación a la realidad.

Los alumnos tendrán que realizar las pruebas de nivel, a la hora de obtener las puntuaciones para la división en grupos. También podría ser interesante una encuesta en la que se preguntaría por cuestiones sobre personalidad, motivación, actitud hacia las asignaturas y otras cuestiones que ayudarían a la hora de establecer los grupos de trabajo, además de las puntuaciones sobre conocimientos.

En esta fase previa se les indicará qué es lo que se va a evaluar y cómo va a ser esa evaluación. En especial se les indicará que una de las actividades a evaluar será un portfolio. Para este caso concreto vamos a entender por portfolio no la carpeta completa de trabajos realizados, sino una especie de diario que los alumnos, **INDIVIDUALMENTE**, tendrán que elaborar sobre lo acontecido en cada uno de los días dedicados al proyecto: materias explicadas, actividades realizadas, trabajos de investigación, dificultades encontradas, dudas, reflexiones personales, observaciones, opiniones de todo tipo, etc.

*Teniendo en cuenta que hay que realizar la presentación del proyecto, las encuestas, las pruebas iniciales, la explicación de la evaluación, etc, se considera necesaria una **duración de entre 2 y 3 jornadas de proyecto.***

FASE A

1.- Se comenzará con conceptos teóricos. Lo primero que se necesitará es la teoría correspondiente a la parte de dibujo técnico, por lo que el profesor de dibujo técnico podrá utilizar más de un período lectivo, si así lo considera oportuno. Eso mismo podrá suceder con cualquiera de los profesores a lo largo del curso, es decir, entre los profesores se distribuirán sus períodos lectivos conforme a la organización que hayan previamente establecido.

2.- Los alumnos tendrán que dibujar individualmente y en papel a escala 1:100000 la planta de la isla.

3.- El profesor de tecnología o el de matemáticas, o ambos, presentarán alguno de los programas de dibujo asistido por ordenador.

4.- Los alumnos irán al aula de informática y tendrán que dibujar individualmente la planta de la isla en el programa elegido.

5.- Se habrá preparado en el aula de proyecto la estructura de apoyo sobre la que se va a ejecutar la maqueta.

6.- Con los resultados de los exámenes de evaluación inicial se establecerá la distribución en grupos.

7.- El profesor de matemáticas explicará la teoría correspondiente a figuras geométricas en el plano y cómo calcular áreas y perímetros.

8.- Cada grupo deberá calcular algunas áreas y perímetros de distintas zonas de la isla, según las indicaciones del profesor de matemáticas y con la participación del profesor de tecnología. Con ello, además de demostrar que conocen como hacerlo, lo cual forma parte del currículo de la asignatura de matemáticas, podrán comprender los órdenes de magnitud de las superficies en el mundo real y su comparación con el espacio que ocupa su representación en un papel. Por otra parte, los servirá a la hora de utilizarlas en las fases siguientes para la distribución lógica de los distintos elementos del paisaje urbano y arquitectónico.

9.- Se dividirá la planta de la isla en tantas partes como grupos se hayan establecido.

10.- Cada grupo se encargará de dibujar la parte de la planta que les haya correspondido, a escala 1:2.000.

11.- El profesor de tecnología explicará cómo manejar una hoja de cálculo.

12.- Cada grupo deberá calcular las áreas y perímetros de distintas zonas de la isla con ese programa de cálculo. Lo harán de este modo para practicar con él, para entender la ayuda que suponen estos programas y la mayor rapidez y precisión que se logra respecto a hacer los cálculos simplemente con la calculadora y para comparar si los resultados obtenidos anteriormente son correctos.

Aunque es muy complicado establecer una duración exacta para esta fase, teniendo en cuenta las actividades enumeradas, se estima que podría ser suficiente con 5 o 6 jornadas de proyecto.

FASE B

1.- El profesor de dibujo explicará la interpretación de las líneas de nivel de un plano.

2.- El profesor de tecnología proporcionará información sobre los distintos materiales a utilizar. También explicará las cualidades del ordenador como medio de búsqueda de información y de investigación.

3.- Todos los profesores promoverán entre los alumnos, trabajando en grupos, una labor de investigación sobre cómo hacer la representación de la isla en tres dimensiones, basándose en el plano de curvas de nivel.

4.- El profesor de tecnología explicará algún programa de presentación, tipo PowerPoint o Prezi.

5.- Cada grupo elaborará una propuesta que deberá exponer a la clase.

6.- Entre los grupos, y moderados por los profesores, se escogerán las mejores ideas de cada uno para llevar a cabo la ejecución.

7.- Se dividirá la planta de la isla en tantas partes como grupos se hayan establecido.

8.- Cada grupo estará encargado de dar forma a la parte de la isla a escala 1:2000 que le haya correspondido.

9.- Se añadirán los elementos estructurales de detalle de cada parte, edificaciones, árboles, pistas del aeropuerto y torre de control, atracciones, etc., teniendo en cuenta, como ya se ha indicado, que, si no se ha fijado exactamente su ubicación, o el número de elementos constituyentes, la representación es libre, aunque debe ser lógica y proporcionada. **Para ello, se hará nuevamente labor de investigación guiada por los profesores.**

10.- Los resultados serán expuestos y cada grupo tendrá libertad para realizar la materialización según su propuesta.

11.- También deberán representarse las vías de comunicación (carreteras) según los planos. Cada grupo en la parte que le haya correspondido tendrá libertad para diseñar las calles principales de las diferentes zonas de la isla.

12.- Además, ya que la isla no solo está definida geométricamente en planta, sino que se ha establecido de forma volumétrica, en tres dimensiones, y también se ha diseñado con diferentes cuerpos geométricos, se aprovechará para practicar el cálculo de volúmenes.

13.- Y en lo que a la parte de dibujo técnico se refiere, se podrá aprovechar la isla para hacer secciones y vistas.

Esta es la fase más compleja y la de mayor duración, en la que se realiza la parte fundamental de la construcción de la maqueta. Hay muchas actividades que llevar a cabo: estudio teórico, información sobre materiales, trabajos de investigación, trabajos de exposición, construcción básica de la maqueta, construcción de detalle, cálculos de volúmenes, secciones y vistas. Por ello se propone dedicar a su consecución **entre 10 y 12 jornadas de proyecto.**

FASE C

A estas alturas, el profesor de Biología y Geología habrá explicado los contenidos del currículo relacionados con el proyecto, o al menos parte de ellos.

1.- De nuevo los alumnos tendrán que realizar labor de investigación para definir un número de habitantes en la isla, cantidad de lava que expulsará el volcán, espesor medio de la lava una vez solidificada, antelación con que se puede prever una erupción, etc.

2.- Cada grupo deberá llegar a unos valores para las variables. Una combinación de valores para cada grupo.

3.- Los profesores también aportarán 2 combinaciones de valores.

4.- Se estudiarán los distintos valores aportados por los profesores para esas tres variables con el fin de encontrar la combinación más ventajosa o aquella de entre todas las posibles que resulte más efectiva. Para ello se realizarán cálculos manualmente y con el apoyo de la hoja de cálculo. Los cálculos estarán dirigidos por los profesores.

5.- Cada grupo obtendrá unos resultados.

6.- Los resultados se expondrán a la clase.

7.- Se analizará la coherencia y la lógica de los resultados.

Se propone para esta fase una duración aproximada 3 o 4 jornadas de proyecto

FASE D

1.- Se calcularán y se representarán sobre la isla las distintas superficies ocupadas por la lava, dependiendo de los valores de los volúmenes expulsados y del espesor medio. **Para ello se realizarán cálculos, como en la fase anterior.**

2.- Cada grupo representará su resultado. Para ello deberán idear una forma de superponer la lava sobre la superficie de manera que se pueda quitar y poner fácilmente.



Se propone una duración aproximada de 2 jornadas de proyecto.

FASE E

1.- Cada alumno elaborará una representación gráfica en papel de la planta obtenida al final del proyecto a escala 1:100.000.

2.- Cada alumno elaborará una representación digital final de la planta con curvas de nivel a escala 1:100.000.

3.- Cada grupo hará un resumen del proyecto y lo expondrá en público.

4.- Las últimas jornadas de proyecto se utilizarán para reflexionar sobre el mismo en su conjunto: su consecución, los resultados obtenidos con él, el cumplimiento de expectativas.

5.- Se hará una valoración del proyecto

Se propone una duración aproximada de 3 o 4 jornadas de proyecto.

6.5.- EL APRENDIZAJE

A) Al final del proyecto STEM – PBL, los alumnos habrán aprendido:

CIENCIAS

La existencia del calor interno de la tierra, por qué se origina y cómo está relacionado con los movimientos de la corteza terrestre.

El origen y los tipos de magmas.

Algunos detalles de las actividades sísmica y volcánica.

Los tipos de volcanes y sus características.

Los principales objetivos de los vulcanólogos para comprender cómo y por qué los volcanes entran en erupción y cómo las erupciones se pueden predecir estudiando los movimientos sísmicos del volcán y sus emisiones de gas, ceniza y vapor.

Cómo las actividades de los volcanes afectan a las personas y a su entorno.

Los riesgos sísmico y volcánico y la importancia de su predicción y prevención.

Cómo la profesión de vulcanólogo es increíblemente activa y excitante pero muy arriesgada.

A integrar y aplicar las destrezas propias del método científico.

MATEMÁTICAS

A utilizar y aplicar de manera práctica los números naturales, enteros, fraccionarios, decimales, porcentajes y las operaciones entre ellos.

Cuáles son las figuras planas elementales: triángulo, cuadrado, figuras poligonales, círculo, circunferencia, arcos, sectores... sus características y cómo calcular sus áreas y perímetros.

Cómo calcular áreas y perímetros de figuras por descomposición en otras.

A razonar semejanzas y escalas entre figuras y la razón entre longitudes, áreas y volúmenes de cuerpos o figuras semejantes.

Los tipos de poliedros y cuerpos de revolución, sus elementos y sus características.

La clasificación de los poliedros y el cálculo de sus áreas y volúmenes.

A profundizar en los problemas una vez resueltos revisando el proceso de resolución y los pasos e ideas importantes, analizando la coherencia de la solución o buscando otras formas de resolución.

A desarrollar y cultivar las actitudes personales inherentes al quehacer matemático.

TECNOLOGÍA E INGENIERÍA

Cómo construir polígonos regulares y otras figuras geométricas a mano y mediante la ayuda de programas informáticos.

La versatilidad del dibujo técnico y su funcionalidad a la hora de representar la realidad o de simplificar la misma.

Cómo elaborar volúmenes mediante la creación de estructuras del tipo de poliedros y cuerpos de revolución.

A desarrollar las siguientes habilidades: pensar con imaginación y visión, entender principios científicos y aplicar métodos analíticos y a sintetizar y diseñar.

Cómo emplear las herramientas tecnológicas adecuadas de forma autónoma, con criterio y con sentido crítico.

A utilizar las tecnologías de la información y la comunicación de modo habitual en el proceso de aprendizaje.

COMUNES

Cómo sacar provecho de las diferentes fuentes de información apoyándose en las nuevas tecnologías para realizar sus investigaciones y para realizar sus presentaciones.

A participar, valorar y respetar el trabajo individual y grupal.

A expresar verbalmente, de forma razonada, el proceso seguido en la consecución de un proyecto

La forma de superar bloqueos e inseguridades ante la resolución de situaciones desconocidas.

A reflexionar sobre las decisiones tomadas, aprendiendo de ello para situaciones similares futuras.

A seleccionar la información relevante en Internet o en otras fuentes, elaborando documentos propios, haciendo exposiciones y argumentaciones de los mismos.

B) Al final del proyecto STEM – PBL, los alumnos habrán entrado en contacto, o, recibido información sobre:

CIENCIAS

La teoría geológica de la tectónica de placas y cómo ésta explica la existencia de la división de la corteza en placas, los deslizamientos entre ellas, así como la formación de las cadenas montañosas (lo que se llama orogénesis) y por qué los terremotos y los volcanes se concentran en regiones concretas del planeta (como el Cinturón de Fuego del Pacífico) o por qué las grandes fosas submarinas están junto a islas y continentes y no en el centro del océano.

Cuáles son las formaciones geológicas asociadas a los límites entre las placas.

Distribución de volcanes y terremotos en la tierra.

MATEMÁTICAS

Cómo recoger, transformar e intercambiar información y resolver problemas relacionados con la vida diaria.

La elección de la forma de cálculo apropiada (mental, escrita, con calculadora o con hoja de cálculo), usando diferentes estrategias.

La obtención de elementos desconocidos de un problema a partir de otros conocidos de situaciones de la vida real.

El uso de herramientas informáticas para estudiar formas y configuraciones y relaciones geométricas.

Cómo calcular longitudes, superficies y volúmenes en el mundo físico.

Realizar estimaciones y elaborar conjeturas sobre los resultados de los problemas a resolver, valorando su utilidad y eficacia.

TECNOLOGÍA E INGENIERÍA

Interpretación de planos, croquis y bocetos.

El estudio geométrico de la proporción.

La proporcionalidad entre dibujo y realidad: tipos de escalas y cómo funcionan. La acotación.

Técnicas básicas para el trabajo con materiales utilizados en la construcción de objetos y cómo manipular esos materiales mediante las herramientas adecuadas.

El diseño, la planificación y la construcción de maquetas.

Diseñar y crear utilizando el ingenio, especificando y concretando la solución óptima a un problema planteado.

Establecer el proceso por el cual las materias primas se transforman en un producto final.

Convertir en realidad la solución óptima obtenida en el diseño.

COMUNES

Cómo identificar situaciones problemáticas de la realidad.

Cómo reflexionar sobre los procesos y obtener conclusiones.

La utilización de argumentos que justifiquen las hipótesis que se propongan.

Cómo diseñar trabajos de investigación y expresar con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de sus trabajos.

Las magnitudes en nuestro planeta, comprendiendo de forma gráfica y visual las relaciones de tamaño entre elementos físicos y arquitectónicos de la vida cotidiana.

C) Al final del proyecto STEM – PBL, los alumnos habrán desarrollado de una manera muy eficaz las siguientes competencias básicas:

- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología**
- **Comunicación lingüística**
- **Competencia digital**
- **Aprender a aprender**
- **Competencias sociales y cívicas**

6.6.- LA EVALUACIÓN

Los alumnos están en el centro del aprendizaje y tienen que tomar decisiones y aplicar su conocimiento e interés en la culminación de un producto final. La mayor parte de su trabajo es colaborativo en grupos, donde asumirán roles, de acuerdo a sus particulares talentos.

Los profesores ocupan el rol de guías, de facilitadores, de directores de proyecto. Es importante dejar a los alumnos tener iniciativa y realizar sus propias ideas, pero al mismo tiempo guiándolos, teniendo en cuenta todo lo que deben aprender y asegurándose de que encuentran el correcto equilibrio para encontrar la clave del éxito.

Los profesores, por tanto, deben compartir con los alumnos los objetivos del proyecto y las rúbricas para juzgar ese éxito. También deben marcar un calendario de trabajo y tener claro qué tareas deben haber sido acometidas en cada fecha, con una cierta flexibilidad. Por otra parte, es muy importante que se logre una comunidad respetuosa y de cooperación en toda la clase, que trabajen juntos, que la dependencia sea fuerte, que haya retroalimentación, que se celebren las victorias de los otros y se apoyen los esfuerzos de los demás, rompiendo los muros de competitividad entre los alumnos.

La evaluación de PBL aleja a profesores y alumnos de los tradicionales exámenes de lápiz y papel y los lleva hacia una verdadera evaluación práctica.

Si queremos que la evaluación sea una herramienta más que contribuya al aprendizaje, es necesario **compartir y exponer con claridad los criterios de evaluación y sus indicadores**. De este modo los alumnos saben lo que se espera de ellos en cada una de las experiencias de aprendizaje.

Una evaluación auténtica comunica y no esconde, lo que significa que no espera medir o calificar experiencias que estén fuera del alcance de los alumnos, o que no se hayan practicado con anterioridad.

Comunicar y compartir criterios de evaluación es una de las prácticas más útiles para implicar a los alumnos en su propio proceso de aprendizaje,

estimulando su autonomía y responsabilidad y convirtiéndolos en los principales protagonistas.

El hecho de utilizar **representaciones gráficas como escaleras, pirámides, termómetros, dianas, ascensores, emoticonos, etc.** De un modo visible y permanente en el aula es una práctica eficaz.

Un ejemplo ilustrativo podría ser:

Descriptor sobre la búsqueda de información en INTERNET						Porcentajes %
Puntuación	1	2	3	4	5	
Búsqueda de información	No sabe buscar información, no sabe ni por dónde empezar.	Se conforma con las primeras entradas que aparecen. No selecciona	No se conforma con las primeras entradas y busca algo más.	Sabe buscar la información pero no utiliza los conectores de forma adecuada.	Utiliza los conectores AND, OR, NOT para buscar información con los buscadores	20%
Selección de la información	Cuando tiene algo de información, no la selecciona, vale todo.	No sabe seleccionar la información de forma adecuada.	Realiza alguna selección en la información encontrada.	Selecciona la información de forma adecuada	Selecciona la información y se queda sólo con lo que está buscando	20%
Organización de la información	No sabe organizar la información obtenida.	Utiliza un método de organización muy sencillo, como una tabla Word o Excel	Utiliza algún programa como Pinterest o Listly para organizar la información	Además, organiza la información con alguna etiqueta.	Además, organiza la información utilizando categorías.	20%
Presentación de la información	No sabe elaborar la información, no puede adquirir conocimiento.	Coloca la información obtenida de forma muy sencilla en el blog o la wiki	Coloca la información en el blog o la wiki con algún dibujo o tabla	Sabe presentar la información de una forma bastante exitosa	Utiliza dibujos, esquemas, tablas y lenguaje HTML	20%
Elaboración de la información	No sabe presentar la información en los espacios que hemos dedicado a ello.	Se limita a colocar la información en el blog o la wiki, no la elabora	Comparte la información con algún comentario original	Elabora bastante la información, no se limita a copiarla	Además, sus comentarios son originales y recurrentes	20%

La **autoevaluación** es una de las experiencias más importantes. Los alumnos son capaces de dirigir su propio aprendizaje si se los anima a ello con herramientas que los hagan reflexionar.

El **portfolio**, entendido para este proyecto como un diario reflexivo, es una de las herramientas de evaluación que busca explicar tanto el proceso de aprendizaje como el rendimiento final, y reflexionar sobre todo ello. Por otra parte, el portfolio no es un cuaderno de trabajo común, cerrado, esquemático y aburrido. Se trata de una pieza artística y original que los alumnos pueden presentar y organizar de un modo creativo mientras documentan su aprendizaje y reflexionan sobre todo el proceso.

Desintegrar la nota es otra manera eficaz de realizar una evaluación auténtica.

Todas las estrategias de evaluación a aplicar incluyen, además de lo tradicional, otras maneras de capturar resultados que midan, de formas diversas, no sólo el conocimiento y las destrezas de los estudiantes, sino cómo las implementan en el mundo real. Por ejemplo, con **una buena rúbrica**. Los profesores a la hora de puntuar deberán tener en consideración varios de estos conceptos:

- Presentaciones exitosas
- Consecución de objetivos y resultados deseados
- Calidad del trabajo, artesanía
- Esfuerzo y dedicación
- Adecuados modos de comportamiento
- Modos de presentación
- Validez del contenido
- Precisión de las ideas
- Materiales usados
- Niveles de rigor
- Participación en el grupo
- Corrección de los resultados
- Interés mostrado
- Etc.

A los conceptos seleccionados se les aplicará un porcentaje de la nota final y la calificación podría ser, por ejemplo:

CRITERIO	INEXISTENTE (0 puntos)	POBRE (1/4 nota)	SUFICIENTE (1/2 nota)	SATISFACTORIO (3/4 nota)	EXCELENTE (4/4 nota)	PORCENTAJE
Presentación						
Calidad						
Esfuerzo						
Corrección						
Etc.						

Como todos los equipos contribuyen al resultado final, deben ser evaluados con los mismos criterios, pero lo que sí debe evaluarse es si,

efectivamente, cada equipo funciona como un equipo o si, por el contrario, sus miembros van por separado.

Para este caso concreto se realiza una propuesta que es la que se expone a continuación. Por supuesto, como ya se ha indicado en varias ocasiones a lo largo de este trabajo, los profesores son libres de acordar otro establecimiento de criterios, rúbricas y porcentajes, así como la desintegración de la nota:

PROPUESTA DE SISTEMA DE CALIFICACIÓN:

Se establece una puntuación máxima de 100 puntos.

A).- Portfolio

La evaluación se realizará por los profesores. Cada alumno tendrá una nota individual.

Nota máxima 15 puntos.

Profesor de Matemáticas	4 puntos
Profesor de Tecnología	3 puntos
Profesor de EPVA	3 puntos
Profesor de Biología y Geología	5 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Esfuerzo y dedicación		25%
Validez del contenido		25%
Precisión de las ideas		25%
Interés mostrado		25%

B).- Dibujo individual en papel a escala 1:100000 de la planta de la isla.

La evaluación se realizará por los profesores y por el alumno. Cada alumno tendrá una nota individual.

Nota máxima 6 puntos.

Autoevaluación individual	2 puntos
Profesor de Matemáticas	2 puntos
Profesor de Tecnología	0 puntos
Profesor de EPVA	2 puntos
Profesor de Biología y Geología	0 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Esfuerzo y dedicación		25%
Adecuados modos de comportamiento		25%
Corrección de los resultados		25%
Interés mostrado		25%

C).- Dibujo individual digital de la planta de la isla.

La evaluación se realizará por los profesores y por el alumno. Cada alumno tendrá una nota individual.

Nota máxima 6 puntos.

Autoevaluación individual	2 puntos
Profesor de Matemáticas	1 puntos
Profesor de Tecnología	1 puntos
Profesor de EPVA	2 puntos
Profesor de Biología y Geología	0 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Esfuerzo y dedicación		25%
Adecuados modos de comportamiento		25%
Corrección de los resultados		25%
Interés mostrado		25%

D).- Cálculo en grupo de áreas y perímetros manualmente.

La evaluación se realizará por los profesores. Cada grupo tendrá una nota que será, a su vez, la nota de cada uno de los alumnos del grupo.

Nota máxima 6 puntos.

Profesor de Matemáticas	5 puntos
Profesor de Tecnología	1 puntos
Profesor de EPVA	0 puntos
Profesor de Biología y Geología	0 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Esfuerzo y dedicación		20%
Adecuados modos de comportamiento		20%
Participación en el grupo		20%
Corrección de los resultados		20%
Interés mostrado		20%

E).- Cálculo en grupo de áreas y perímetros con hoja de cálculo y con Geogebra.

La evaluación se realizará por los profesores. Cada grupo tendrá una nota que será, a su vez, la nota de cada uno de los alumnos del grupo.

Nota máxima 7 puntos.

Profesor de Matemáticas	3 puntos
Profesor de Tecnología	2 puntos
Profesor de EPVA	2 puntos
Profesor de Biología y Geología	0 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Esfuerzo y dedicación		20%
Adecuados modos de comportamiento		20%
Participación en el grupo		20%
Corrección de los resultados		20%
Interés mostrado		20%

F).- Dibujo en grupo de una parte de la planta de la isla para la maqueta.

La evaluación se realizará por los profesores. Cada grupo tendrá una nota que será, a su vez, la nota de cada uno de los alumnos del grupo.

Nota máxima 5 puntos.

Profesor de Matemáticas	1 puntos
Profesor de Tecnología	1 puntos
Profesor de EPVA	3 puntos
Profesor de Biología y Geología	0 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Esfuerzo y dedicación		20%
Adecuados modos de comportamiento		20%
Participación en el grupo		20%
Corrección de los resultados		20%
Interés mostrado		20%

G).- Propuesta en grupo sobre la construcción de la isla.

La evaluación se realizará por los profesores. Cada grupo tendrá una nota que será, a su vez, la nota de cada uno de los alumnos del grupo.

Nota máxima 8 puntos.

Profesor de Matemáticas	2 puntos
Profesor de Tecnología	3 puntos
Profesor de EPVA	0 puntos
Profesor de Biología y Geología	3 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Esfuerzo y dedicación		20%
Adecuados modos de comportamiento		20%
Precisión de las ideas		20%
Participación en el grupo		20%
Interés mostrado		20%

H).- Construcción en grupo de una parte de la isla.

La evaluación se realizará por los profesores. Cada grupo tendrá una nota que será, a su vez, la nota de cada uno de los alumnos del grupo.

Nota máxima 6 puntos.

Profesor de Matemáticas	0 puntos
Profesor de Tecnología	1 puntos
Profesor de EPVA	1 puntos
Profesor de Biología y Geología	4 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Calidad del trabajo, artesanía		20%
Esfuerzo y dedicación		20%
Adecuados modos de comportamiento		15%
Materiales usados		10%
Participación en el grupo		15%
Interés mostrado		20%

I).- Propuesta en grupo sobre los elementos de detalle y materialización.

La evaluación se realizará por los profesores. Cada grupo tendrá una nota que será, a su vez, la nota de cada uno de los alumnos del grupo.

Nota máxima 6 puntos.

Profesor de Matemáticas	1 puntos
Profesor de Tecnología	2 puntos

Profesor de EPVA	1 puntos
Profesor de Biología y Geología	2 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Modos de presentación		20%
Validez del contenido		20%
Precisión de las ideas		20%
Participación en el grupo		20%
Interés mostrado		20%

J).- Establecimiento en grupo de combinaciones de valores de las variables. Resultados de la aplicación de las variables. Exposición en grupo.

La evaluación se realizará por los profesores. Cada grupo tendrá una nota que será, a su vez, la nota de cada uno de los alumnos del grupo.

Nota máxima 8 puntos.

Profesor de Matemáticas	1 puntos
Profesor de Tecnología	0 puntos
Profesor de EPVA	0 puntos
Profesor de Biología y Geología	7 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Presentaciones exitosas		20%
Consecución de objetivos		20%
Precisión de las ideas		20%
Participación en el grupo		20%
Interés mostrado		20%

K).- Cálculos en grupo de volúmenes, secciones, vistas.

La evaluación se realizará por los profesores. Cada grupo tendrá una nota que será, a su vez, la nota de cada uno de los alumnos del grupo.

Nota máxima 4 puntos.

Profesor de Matemáticas	2 puntos
Profesor de Tecnología	0 puntos
Profesor de EPVA	2 puntos
Profesor de Biología y Geología	0 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Consecución de objetivos		20%
Esfuerzo y dedicación		20%
Adecuados modos de comportamiento		15%
Participación en el grupo		15%
Corrección de los resultados		30%

L).- Cálculos y representación grupal de la lava sobre la isla.

La evaluación se realizará por los profesores. Cada grupo tendrá una nota que será, a su vez, la nota de cada uno de los alumnos del grupo.

Nota máxima 4 puntos.

Profesor de Matemáticas	1 puntos
Profesor de Tecnología	1 puntos
Profesor de EPVA	1 puntos
Profesor de Biología y Geología	1 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Consecución de objetivos		20%
Calidad del trabajo, artesanía		20%
Materiales usados		20%
Niveles de rigor		20%
Participación en el grupo		20%

M).- Representación gráfica individual en papel de la planta obtenida al final del proyecto.

La evaluación se realizará por los profesores y por el alumno. Cada alumno tendrá una nota individual.

Nota máxima 6 puntos.

Autoevaluación	2 puntos
Profesor de Matemáticas	1 puntos
Profesor de Tecnología	1 puntos
Profesor de EPVA	2 puntos
Profesor de Biología y Geología	0 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Esfuerzo y dedicación		25%
Adecuados modos de comportamiento		25%
Corrección de los resultados		25%
Interés mostrado		25%

N).- Representación digital individual final de la planta con curvas de nivel.

La evaluación se realizará por los profesores y por el alumno. Cada alumno tendrá una nota individual.

Nota máxima 3 puntos.

Autoevaluación	1 puntos
Profesor de Matemáticas	0 puntos
Profesor de Tecnología	1 puntos
Profesor de EPVA	1 puntos
Profesor de Biología y Geología	0 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Esfuerzo y dedicación		25%
Adecuados modos de comportamiento		25%
Corrección de los resultados		25%
Interés mostrado		25%

Ñ).- Resumen grupal del proyecto y exposición.

La evaluación se realizará por los profesores y por el propio grupo después de haber visto la exposición de los demás grupos.

Nota máxima 10 puntos.

Autoevaluación del grupo	2 puntos
Profesor de Matemáticas	2 puntos
Profesor de Tecnología	2 puntos
Profesor de EPVA	2 puntos
Profesor de Biología y Geología	2 puntos

CRITERIOS	RÚBRICAS	PORCENTAJE
Presentaciones exitosas		25%
Precisión de las ideas		25%
Participación en el grupo		25%
Interés mostrado		25%

O).- Resumen de puntos

Autoevaluación	9 puntos
Profesor de Matemáticas	26 puntos
Profesor de Tecnología	19 puntos
Profesor de EPVA	22 puntos
Profesor de Biología y Geología	24 puntos

7.- CONCLUSIÓN

La creencia de que la educación genuina surge a través de la experiencia no significa que todas las experiencias son genuinamente e igualmente educativas. (Dewey, 1938).

La educación STEM – PBL busca maximizar el potencial de los alumnos, busca diseñar experiencias de aprendizaje de gran calidad basadas en la práctica, en la cooperación, en la investigación y que utilicen, por ejemplo, la técnica de la tormenta de ideas como pedagogía a la hora de compartir el conocimiento.

Se trata de hacer ese conocimiento accesible y el pensamiento visible. Esto incluye usar elementos visuales para ayudar al estudiante y que él mismo construya elementos visuales para entender la materia objeto de aprendizaje.

STEM – PBL, asimismo, persigue ayudar a los estudiantes a aprender de los otros, pero también a promocionar su propia autonomía. Además, busca y debe conseguir inculcar la necesidad de proseguir con el aprendizaje durante toda la vida.

Ahora bien, la enorme dificultad inherente a este tipo de procesos de enseñanza-aprendizaje, que se podía intuir de la lectura de cualquiera de los textos que tratan sobre ella, se ha ido evidenciando y haciendo tangible a lo largo de este Trabajo Fin de Máster. Es bastante sencillo hablar en general y teorizar una y otra vez sobre las mismas ideas, sobre las mismas filosofías, sin entrar nunca en detalle. Lo difícil es tratar de concretar y plasmar esa teoría en un ejemplo.

Para finalizar quisiera añadir que, con este trabajo, he pretendido materializar un objetivo personal, un reto que me había fijado y que, antes de comenzar, veía casi inalcanzable. Y ese reto es el de diseñar un caso particular, suficientemente detallado, que cumpliera todos los requisitos de lo que debe ser un proyecto STEM – PBL, siendo, además, innovador, útil y ameno, a falta, por supuesto, de la materialización en sí misma, que es, sin duda, el mayor reto de

todos, y que espero poder desarrollar en alguna ocasión de mi actividad profesional como profesora de Secundaria.

Ansío el momento en que pueda comprobar por mí misma el nacimiento, crecimiento e implantación de este proyecto, cuyo desarrollo y cuyo aspecto global y resultados finales son imposibles de conocer hasta que no se pongan en marcha y se vean culminados, y que, además, nunca serán iguales, por más veces que se lleven a cabo.

8.- REFERENCIAS Y WEBGRAFÍA

REFERENCIAS

- Alonso Tapia J. (1992) Motivar en la adolescencia: Teoría, evaluación e intervención. Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- Anarte Vázquez, J.E., Feria Moreno, A. Jiménez Varona, M., Marín Galán, M.D., Martín Morales, J., Moreno del Castillo, M.R, Navarro Reyes, R. (2012). Orientaciones para la evaluación del alumnado en la Educación Secundaria Obligatoria. Junta de Andalucía. Sevilla. Consejería de Educación. Dirección General de Ordenación y Evaluación Educativa.
- Capraro, R.M., Capraro, M.M. y Morgan J.R. (2013). STEM Project-Based Learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach (2nd Edition) Rotterdam: Sense Publishers.
- Fernández, J. A. (2008). Doce principios para orientar la “enseñanza eficaz”. Valladolid: Campus Ediciones.
- Furió Catalá A. (2016). El trabajo cooperativo en grupo. Formación y Puesta en Práctica. (Trabajo Final de Grado en Maestro de Educación Primaria). Universitat Jaume I. Castellón de la Plana.
- Hernando Calvo, A., Cruz, J. (2015). Viaje a la escuela del siglo XXI. Así trabajan los colegios más innovadores del mundo. Madrid: Fundación Telefónica.

- Junta 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. Boletín Oficial de Castilla y León, 4 de mayo de 2015. Num. 86.
- Vasquez J.A., Sneider, C. y Comer, M. (2013). STEM Lesson Essentials, grades 3-8. Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Portsmouth: Heinemann.

WEBGRAFÍA

- <http://www.arkiplus.com>. Página de artículos sobre arquitectura, construcción, paisajismo y decoración.
- <http://www.sancer.com>. Página de la papelería técnica del mismo nombre sobre materiales para construcción de maquetas.
- http://www.Fundación_telefónica.com. Página de Fundación Telefónica/España sobre innovaciones educativas.
- <http://www.stemnet.org.uk/>. Página de National STEM Learning (Reino Unido) de apoyo al aprendizaje STEM.
- <http://www.scientix.eu>. Página de Scientix, the community for science education in Europe, sobre entrevistas, últimos proyectos, etc.

- <http://www.plataformaprojecta.org>. Página de “Projecta”, iniciativa educativa conjunta de la Fundación Amancio Ortega y la Fundación Santiago Rey Fernández-Latorre para el fomento de la innovación en el ámbito educativo y la mejora de la calidad en la enseñanza.
- <https://es.wikipedia.org>. La enciclopedia de contenido libre que todos pueden editar.

ANEXO I

CORRESPONDENCIA CON EL CURRÍCULO DE ESO

Este proyecto está concebido para el nivel de tercero de ESO.

Se ha tomado como base 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.**

Las asignaturas que intervendrán directamente en el proyecto y, en concreto, los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que corresponderán a cada asignatura serán:

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA. TERCER CURSO DE ESO

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 2. El relieve terrestre y su evolución		
Manifestaciones de la energía interna de la Tierra. El calor interno de la Tierra: origen y relación con la dinámica de la corteza. Origen y tipos de magmas. Tectónica de placas. Formaciones geológicas asociadas a los límites entre placas. Actividad	10. Diferenciar los cambios en la superficie terrestre generados por la energía del interior terrestre de los de origen externo. 11. Analizar las actividades sísmica y volcánica, sus características y los efectos que generan.	10.1. Diferencia un proceso geológico externo de uno interno e identifica sus efectos en el relieve. 11.1. Conoce y describe cómo se originan los seísmos y los efectos que generan. 11.2. Relaciona los tipos de erupción volcánica

<p>sísmica y volcánica. Tipos de manifestaciones volcánicas. Distribución de los volcanes y terremotos. Los riesgos sísmico y volcánico. Importancia de su predicción y prevención.</p>	<p>12. Relacionar la actividad sísmica y volcánica con la dinámica del interior terrestre y justificar su distribución planetaria. 13. Valorar la importancia de conocer los riesgos sísmico y volcánico y las formas de prevenirlo.</p>	<p>con el magma que los origina y los asocia con su peligrosidad. 12.1. Justifica la existencia de zonas en las que los terremotos son más frecuentes y de mayor magnitud. 13.1. Valora el riesgo sísmico y, en su caso, volcánico existente en la zona en que habita y conoce las medidas de prevención que debe adoptar.</p>
<p>Bloque 3. Proyecto de investigación</p>		
<p>Proyecto de investigación en equipo</p>	<p>1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico. 2. Elaborar hipótesis y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y la argumentación. 3. Utilizar fuentes de información variada, discriminar y decidir sobre ellas y los métodos empleados para la obtención.</p>	<p>1.1. Integra y aplica las destrezas propias del método científico. 2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone. 3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones. 4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.</p>

	4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en equipo. 5. Exponer y defender en público el proyecto de investigación realizado.	5.2. Expresa con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de sus investigaciones.
--	--	---

FÍSICA Y QUÍMICA. TERCER CURSO DE ESO

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 3. El movimiento y las fuerzas		
Velocidad media y velocidad instantánea. Estudio de la gravedad. Masa y peso. Aceleración de la gravedad.	2. Establecer la velocidad de un cuerpo como relación entre el espacio recorrido y el tiempo invertido en recorrerlo.	2.1. Realiza cálculos para resolver problemas cotidianos utilizando el concepto de velocidad.

MATEMÁTICAS ENSEÑANZAS ACADÉMICAS:

SEGUNDO CURSO DE ESO

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1. Contenidos comunes		
Planificación del proceso de resolución de problemas: análisis	1. Utilizar procesos de razonamiento y estrategias de	1.1. Analiza y comprende el enunciado de los

<p>de la situación, selección y relación entre los datos, selección y aplicación de las estrategias de resolución adecuadas, análisis de las soluciones y, en su caso, ampliación del problema inicial. Elección de las estrategias y procedimientos puestos en práctica: uso del lenguaje apropiado (gráfico, numérico, algebraico básico, etc.) y de una buena notación; construcción de una figura, un esquema o un diagrama; experimentación mediante el método ensayo-error; búsqueda de analogías y de problemas semejantes o isomorfos; reformulación del problema, resolución de subproblemas</p>	<p>resolución de problemas, realizando los cálculos necesarios y comprobando las soluciones obtenidas.</p> <p>2. Describir y analizar situaciones de cambio, para encontrar patrones, regularidades y leyes matemáticas, en contextos numéricos y geométricos.</p> <p>3. Profundizar en problemas resueltos planteando pequeñas variaciones en los datos, otras preguntas, otros contextos, etc.</p> <p>4. Expresar verbalmente, de forma razonada, el proceso seguido en la resolución de un problema.</p> <p>5. Elaborar y presentar informes de manera clara y ordenada sobre el proceso, resultados y conclusiones obtenidas en los procesos de investigación.</p>	<p>problemas (datos, relaciones entre los datos, contexto del problema).</p> <p>1.2. Valora la información de un enunciado y la relaciona con el número de soluciones del problema.</p> <p>1.3. Realiza estimaciones y elabora conjeturas sobre los resultados de los problemas a resolver, valorando su utilidad y eficacia.</p> <p>2.1. Identifica patrones, regularidades y leyes matemáticas en situaciones de cambio, en contextos numéricos y geométricos.</p> <p>2.2. Utiliza las leyes matemáticas encontradas para realizar simulaciones y predicciones sobre los resultados esperables, valorando su eficacia e idoneidad.</p>
---	--	--

<p>dividiendo el problema en partes; recuento exhaustivo, comienzo por la búsqueda de regularidades y leyes; introducción de elementos auxiliares y complementarios; trabajo hacia atrás, suponiendo el problema resuelto; etc.</p> <p>Reflexión sobre los resultados; revisión de las operaciones utilizadas, asignación de unidades a los resultados, comprobación e interpretación de las soluciones en el contexto de la situación, búsqueda de otras formas de resolución, etc.</p> <p>Expresión verbal y escrita en matemáticas.</p> <p>Planteamiento de investigaciones matemáticas escolares en contextos numéricos,</p>	<p>6. Desarrollar procesos de materialización en contextos de la realidad cotidiana numéricos y geométricos a partir de la identificación de problemas en situaciones problemáticas de la realidad.</p> <p>7. Valorar la modelización matemática como un recurso para resolver problemas de la realidad cotidiana, evaluando la eficacia y limitaciones de los modelos utilizados o contruidos.</p> <p>8. Desarrollar y cultivar las actitudes personales inherentes al quehacer matemático.</p> <p>9. Superar bloqueos e inseguridades ante la resolución de situaciones desconocidas.</p>	<p>3.1. Profundiza en los problemas una vez resueltos.</p> <p>3.2. Se plantea nuevos problemas a partir de uno resuelto, variando los datos, proponiendo nuevas preguntas, estableciendo conexiones entre los problemas y la realidad.</p> <p>4.1. Expresa verbalmente y de forma razonada el proceso seguido en la resolución de un problema, con el rigor y la precisión adecuada.</p> <p>5.1. Expone y defiende el proceso seguido además de las conclusiones obtenidas.</p> <p>6.1. Identifica situaciones problemáticas de la realidad susceptibles de contener problemas de interés.</p> <p>6.2. Establece conexiones entre un</p>
--	---	--

<p>geométricos, funcionales, estadísticos y probabilísticos, adecuados al nivel educativo y a la dificultad de la situación.</p> <p>Práctica de los procesos de matematización y modelización, en contextos de la realidad y en contextos matemáticos.</p> <p>Confianza en las propias capacidades para desarrollar actitudes adecuadas y afrontar las dificultades propias del trabajo científico.</p> <p>Utilización de medios tecnológicos en el proceso de aprendizaje para:</p> <p>a) la recogida ordenada y la organización de datos mediante tablas.</p> <p>b) la elaboración y creación de</p>	<p>10. Reflexionar sobre las decisiones tomadas, aprendiendo de ello para situaciones similares futuras.</p> <p>11. Emplear las herramientas tecnológicas adecuadas, de forma autónoma, realizando cálculos numéricos.</p> <p>12. Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación de modo habitual en el proceso de aprendizaje, buscando, analizando y seleccionando información relevante en internet o en otras fuentes, elaborando documentos propios, haciendo exposiciones y argumentaciones de los mismos y compartiendo éstos en entornos apropiados para facilitar la interacción.</p>	<p>problema del mundo real y el mundo matemático.</p> <p>7.1. Reflexiona sobre el proceso y obtiene conclusiones sobre él y sus resultados.</p> <p>8.1. Desarrolla actitudes adecuadas para el trabajo matemático.</p> <p>8.2. Se plantea la resolución de retos y problemas con la precisión, esmero e interés adecuados al nivel educativo y a la dificultad de la situación.</p> <p>9.1. Toma decisiones en los procesos de resolución de problemas de investigación.</p> <p>10.1. Reflexiona sobre los problemas resueltos y los procesos desarrollados.</p> <p>11.1. Selecciona herramientas tecnológicas</p>
--	--	--

<p>representaciones gráficas de datos numéricos, funcionales o estadísticos.</p> <p>c) facilitar la comprensión de propiedades geométricas o funcionales y la realización de cálculos de tipo numérico, algebraico o estadístico.</p> <p>d) el diseño de simulaciones y la elaboración de predicciones sobre situaciones matemáticas diversas.</p> <p>e) la elaboración de informes y documentos sobre los procesos llevados a cabo y los resultados y conclusiones obtenidos.</p> <p>f) comunicar y compartir, en entornos apropiados, la información y las ideas matemáticas.</p>		<p>adecuadas y las utiliza para la realización de cálculos numéricos cuando la dificultad de los mismos impide o aconseja no realizarlos manualmente.</p> <p>11.2. Utiliza medios tecnológicos para hacer representaciones gráficas.</p> <p>11.4. Recrea entornos y objetos geométricos con herramientas tecnológicas para mostrar, analizar y comprender propiedades geométricas.</p> <p>12.1. Elabora documentos digitales propios.</p> <p>12.2. Utiliza los recursos creados para apoyar la exposición oral de los contenidos trabajados.</p> <p>12.3 Usa adecuadamente los medios tecnológicos para estructurar y</p>
---	--	---

		mejorar su proceso de aprendizaje.
Bloque 2. Números y Álgebra		
Simplificación y amplificación de fracciones. Aproximaciones, truncamientos y redondeos. Operaciones. Aumentos y disminuciones porcentuales. Razón de proporción. Magnitudes directa e inversamente proporcionales. Constante de proporcionalidad. Resolver problemas en los que intervenga la proporcionalidad directa o inversa.	<p>1. Utilizar y aplicar de manera práctica números naturales, enteros, fraccionarios, decimales y porcentajes sencillos, sus operaciones y propiedades, para recoger, transformar e intercambiar información y resolver problemas relacionados con la vida cotidiana.</p> <p>2. Conocer y utilizar propiedades y nuevos significados de los números en contextos de paridad, divisibilidad y operaciones elementales, mejorando así la comprensión del concepto y de los tipos de números. Aplicación de estos conceptos en situaciones de la vida real.</p> <p>4. Elegir la forma de cálculo apropiada</p>	<p>1.3. Emplea adecuadamente los distintos tipos de números y sus operaciones, para resolver problemas cotidianos contextualizados, representando e interpretando mediante medios tecnológicos, cuando sea necesario, los resultados obtenidos.</p> <p>2.6. Realiza operaciones de redondeo y truncamiento de números decimales conociendo el grado de aproximación y lo aplica a casos concretos.</p> <p>2.7. Realiza operaciones de conversión entre números decimales y fraccionarios, halla fracciones equivalentes y simplifica fracciones, para aplicarlo en la</p>

	(mental, escrita o con calculadora), usando diferentes estrategias que permitan simplificar las operaciones con números enteros, fracciones, decimales y porcentajes y estimando la coherencia y precisión de los resultados obtenidos. 5. Utilizar diferentes estrategias para obtener elementos desconocidos en un problema a partir de otros conocidos en situaciones de la vida real en que existan variaciones porcentuales y magnitudes directamente o inversamente proporcionales.	resolución de problemas. 2.8. Utiliza la notación científica, valora su uso para simplificar cálculos y representar números muy grandes. 4.1. Desarrolla estrategias de cálculo mental para realizar cálculos exactos o aproximados valorando la precisión exigida en la operación o en el problema. 4.2. Realiza cálculos con números naturales, enteros, fraccionarios y decimales decidiendo la forma más adecuada (mental, escrita o con calculadora), coherente y precisa.
Bloque 3. Geometría		
Figuras planas elementales: triángulo, cuadrado, figuras poligonales.	1. Reconocer y describir figuras planas, sus elementos y propiedades características que	1.1. Reconoce y describe las propiedades características de los poliedros regulares:

<p>Circunferencia, círculo, arcos y sectores circulares. Cálculo de áreas y perímetros. Cálculo de áreas y perímetros de figuras planas. Cálculo de áreas por descomposición de figuras simples. Uso de herramientas informáticas para estudiar formas, configuraciones y relaciones geométricas. Revisión de los triángulos rectángulos. El teorema de Pitágoras. Justificación geométrica y aplicaciones. Semejanza: figuras semejantes. Criterios de semejanza. Razón de semejanza y escala. Razón entre longitudes, áreas y volúmenes de cuerpos semejantes. Poliedros y cuerpos de revolución. Elementos característicos, clasificación. Áreas y volúmenes.</p>	<p>permiten clasificarlas, identificar situaciones, describir el contexto físico, y abordar problemas de la vida cotidiana.</p> <p>2. Utilizar estrategias, herramientas tecnológicas y técnicas simples de la geometría analítica plana para la resolución de problemas de perímetros, áreas y ángulos de figuras planas. Utilizar el lenguaje matemático adecuado para expresar los procedimientos seguidos en la resolución de los problemas geométricos.</p> <p>3. Reconocer el significado aritmético del Teorema de Pitágoras y el significado geométrico y emplearlo para resolver problemas geométricos.</p> <p>4. Analizar e identificar figuras semejantes, calculando la escala o</p>	<p>ángulos interiores, ángulos centrales, diagonales, apotema, simetrías, etc.</p> <p>1.2. Define los elementos característicos de los triángulos, trazando los mismos y conociendo la propiedad común a cada uno de ellos, y los clasifica atendiendo tanto a sus lados como a sus ángulos.</p> <p>1.3. Clasifica los cuadriláteros y paralelogramos atendiendo tanto a sus lados como a sus ángulos.</p> <p>1.4. Identifica las propiedades geométricas que caracterizan los puntos de la circunferencia y el círculo.</p> <p>2.1. Resuelve problemas relacionados con distancias, perímetros, superficies y ángulos de figuras</p>
--	--	---

<p>Propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros. Cálculo de longitudes, superficies y volúmenes en el mundo físico.</p>	<p>razón de semejanza y la razón entre longitudes, áreas y volúmenes de cuerpos semejantes.</p> <p>5. Analizar distintos cuerpos geométricos e identificar sus elementos característicos.</p> <p>6. Resolver problemas que conlleven el cálculo de longitudes, superficies y volúmenes del mundo físico, utilizando propiedades, regularidades y relaciones de los poliedros.</p>	<p>planas, en contextos de la vida real, utilizando las herramientas tecnológicas y las técnicas geométricas más apropiadas.</p> <p>2.2. Calcula la longitud de la circunferencia, el área del círculo, la longitud de un arco y el área de un sector circular, y las aplica para resolver problemas geométricos.</p> <p>3.1. Comprende los significados aritmético y geométrico del Teorema de Pitágoras.</p> <p>3.2. Aplica el Teorema de Pitágoras para calcular longitudes desconocidas en la resolución de triángulos y áreas de polígonos regulares, en contextos geométricos o en contextos reales.</p> <p>4.1. Reconoce figuras semejantes y calcula la razón de semejanza y la razón de superficies y</p>
---	---	--

		<p>volúmenes de figuras semejantes.</p> <p>4.2. Utiliza la escala para resolver problemas de la vida cotidiana sobre planos, mapas y otros contextos de semejanza.</p> <p>5.1. Analiza e identifica las características de distintos cuerpos geométricos, utilizando el lenguaje geométrico adecuado.</p> <p>5.2. Construye secciones sencillas de los cuerpos geométricos, a partir de sus desarrollos planos y recíprocamente.</p> <p>5.3. Identifica los cuerpos geométricos a partir de sus desarrollos planos y recíprocamente.</p> <p>6.1. Resuelve problemas de la realidad mediante el cálculo de áreas y volúmenes de cuerpos geométricos, utilizando los lenguajes</p>
--	--	--

		geométrico y algebraico adecuados.
--	--	------------------------------------

EDUCACIÓN PLÁSTICA, VISUAL Y AUDIOVISUAL.
TERCER CURSO DE ESO

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 3. Dibujo Técnico		
Construcciones fundamentales en el plano. Paralelismo y perpendicularidad. Ángulos. Construcción de ángulos con compás y con escuadra y cartabón. Proporción. Teorema de Tales. División de un segmento en partes iguales. Studio geométrico de la proporción. Semejanza e igualdad. Escalas. Tipos de escalas. Triángulos y cuadriláteros. Polígonos regulares y estrellados.	3. Construir distintos tipos de rectas utilizando la escuadra y el cartabón, habiendo repasado previamente estos conceptos. 4. Conocer con fluidez los conceptos de circunferencia, círculo y arco. 5. Utilizar el compás, realizando ejercicios variados para familiarizarse con esta herramienta. 6. Comprender el concepto de ángulo y bisectriz y la clasificación de ángulos agudos, rectos y obtusos.	3.1. Traza rectas paralelas, transversales y perpendiculares a otra dada, que pasen por puntos definidos, utilizando escuadra y cartabón con suficiente precisión. 5.1. Divide la circunferencia en seis partes iguales, usando el compás, y dibuja con la regla el hexágono regular y el triángulo equilátero que se posibilite. 6.1. Identifica los ángulos de 30°, 45°, 60° y 90° en la escuadra y en el cartabón.

<p>Construcciones particulares de hasta 8 lados inscritos en una circunferencia.</p>	<p>7. Estudiar la suma y resta de ángulos y comprender la forma de medirlos.</p>	<p>7.1. Suma o resta ángulos positivos o negativos con regla y compás.</p>
<p>Construcciones particulares de hasta seis lados conociendo el lado.</p>	<p>8. estudiar el concepto de bisectriz y su proceso de construcción.</p>	<p>8.1. Construye la bisectriz de un ángulo cualquiera, con regla y compás.</p>
<p>Representación del volumen y del espacio.</p>	<p>9. Trazar la mediatriz de un segmento utilizando compás y regla.</p>	<p>9.1. Traza la mediatriz de un segmento utilizando compás y regla.</p>
<p>Representación de vistas de volúmenes sencillos.</p>	<p>También utilizando regla, escuadra y cartabón.</p>	<p>También utilizando regla, escuadra y cartabón.</p>
	<p>10. Estudiar las aplicaciones del teorema de Thales.</p>	<p>10.1. Divide un segmento en partes iguales, aplicando el teorema de Thales.</p>
	<p>11. Conocer lugares geométricos y definirlos.</p>	<p>10.2. Escala un polígono aplicando el teorema de Thales.</p>
	<p>12. Construir triángulos conociendo tres de sus datos.</p>	<p>11.1. Explica, verbalmente o por escrito, los ejemplos más comunes de lugares geométricos (mediatriz, bisectriz, circunferencia, esfera, rectas paralelas, planos paralelos...)</p>
	<p>13. Analizar las propiedades de los puntos y rectas característicos de un triángulo.</p>	
	<p>14. Conocer las propiedades geométricas y matemáticas de los triángulos rectángulos,</p>	

	<p>aplicándolas con propiedad a la construcción de los mismos.</p> <p>15. Ejecutar las construcciones más habituales de los paralelogramos.</p> <p>16. Estudiar la construcción de polígonos regulares inscritos en la circunferencia.</p> <p>17. Estudiar la construcción de los polígonos regulares conociendo el lado.</p>	<p>12.1. Construye un triángulo conociendo dos lados y un ángulo, o dos ángulos y un lado, o sus tres lados, utilizando correctamente las herramientas.</p> <p>13.1. Determina el baricentro, el incentro o el circuncentro de cualquier triángulo, construyendo previamente las medianas, bisectrices, o mediatrices correspondientes.</p> <p>14.1. Dibuja un triángulo rectángulo conociendo la hipotenusa y un cateto.</p> <p>15.1. Construye cualquier paralelogramo conociendo dos lados consecutivos y una diagonal.</p> <p>16.1. Construye correctamente polígonos regulares inscritos en una circunferencia.</p>
--	---	--

		17.1. Construye correctamente polígonos regulares conociendo el lado.
--	--	---

TECNOLOGÍA. TERCER CURSO DE ESO

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 2. Expresión y comunicación técnica		
Proporcionalidad entre dibujo y realidad: escalas. Acotación. Herramientas informáticas básicas para el dibujo vectorial y el diseño asistido. Aplicación de escalas y acotación a la realización de bocetos y croquis, mediante dichas herramientas. Metrología e instrumentos de medida y precisión. Aplicación de dichos instrumentos a la medida de objetos para su correcta representación.	1. Representar objetos aplicando criterios de normalización y escalas. Utilizar correctamente los instrumentos necesarios para la medida de dichos objetos. 2. Interpretar croquis y bocetos como elementos de información de productos tecnológicos	1.1. Representa mediante croquis y empleando criterios técnicos normalizados de acotación y escala. 2.1. Interpreta croquis y bocetos como elementos de información de productos tecnológicos.

Bloque 5. Tecnologías de la información y la comunicación		
El ordenador como medio de comunicación. El ordenador como herramienta de tratamiento de la información.	3. Utilizar un equipo informático para elaborar y comunicar proyectos técnicos.	3.1. Elabora proyectos técnicos con equipos informáticos, y es capaz de presentarlos y difundirlos.

ANEXO II: EJEMPLO DE RÚBRICA

Descriptor sobre la búsqueda de información en INTERNET	 Falta mucho todavía!!	 Se puede mejorar!	 Está bien	 Bastante bien	 Insuperable..!!	Porcentajes %
Puntuación	1	2	3	4	5	
Búsqueda de información	No sabe buscar información, no sabe ni por dónde empezar.	Se conforma con las primeras entradas que aparecen. No selecciona	No se conforma con las primeras entradas y busca algo más.	Sabe buscar la información pero no utiliza los conectores de forma adecuada.	Utiliza los conectores AND, OR, NOT para buscar información con los buscadores	20%
Selección de la información	Cuando tiene algo de información, no la selecciona, vale todo.	No sabe seleccionar la información de forma adecuada.	Realiza alguna selección en la información encontrada.	Selecciona la información de forma adecuada	Selecciona la información y se queda sólo con lo que está buscando	20%
Organización de la información	No sabe organizar la información obtenida.	Utiliza un método de organización muy sencillo, como una tabla Word o Excel	Utiliza algún programa como Pinterest o Listly para organizar la información	Además, organiza la información con alguna etiqueta.	Además, organiza la información utilizando categorías.	20%
Presentación de la información	No sabe elaborar la información, no puede adquirir conocimiento.	Coloca la información obtenida de forma muy sencilla en el blog o la wiki	Coloca la información en el blog o la wiki con algún dibujo o tabla	Sabe presentar la información de una forma bastante exitosa	Utiliza dibujos, esquemas, tablas y lenguaje HTML	20%
Elaboración de la información	No sabe presentar la información en los espacios que hemos dedicado a ello.	Se limita a colocar la información en el blog o la wiki, no la elabora	Comparte la información con algún comentario original	Elabora bastante la información, no se limita a copiarla	Además, sus comentarios son originales y ocurentes	20%