



Universidad de Valladolid
Facultad de Ciencias



feysts | facultad
de educación y trabajo social

Máster Universitario en Profesor de Educación
Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanza de Idiomas

Proyecto de construcción de un calorímetro y utilización en prácticas de Física y Química

Ana Cobos Huerga

Trabajo Fin de Máster

Tutores: José María Muñoz Muñoz

Departamento de Electricidad y Electrónica

Valladolid, Julio 2016

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	7
1.1.-Motivación y justificación de la temática elegida.....	7
1.2.- Objetivo del Trabajo Fin de Máster (TFM)	8
2.- ADECUACIÓN EN EL CURRÍCULO DE FÍSICA Y QUÍMICA DE LA E.S.O. Y BACHILLERATO Y TRANSVERSALIDAD CON OTRAS ASIGNATURAS	11
2.1.- Adecuación de este proyecto en el currículo de Física y Química	11
2.1.1.- 2º E.S.O. Física y Química	11
2.1.2.- 3º E.S.O. Física y Química	13
2.1.3.- 4º E.S.O. Física y Química	15
2.1.4.- 1º Bachillerato Física y Química	17
2.1.5.- 2º Bachillerato Física	19
2.1.6.- 2º Bachillerato Química	20
2.2.-Transversalidad con otras asignaturas	21
2.2.1.- Cultura científica.....	24
2.2.2.- Tecnología.....	25
2.2.3.- Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional	26
2.2.4.- Tecnologías de la Información y la Comunicación	27
2.2.5.- Tecnología Industrial	28
3.- ASPECTOS DOCENTES Y PEDAGÓGICOS	31
3.1.- Adquisición de las competencias básicas	31
3.2.- Planificación del proceso de enseñanza/aprendizaje	32
3.2.1.- Construcción del equipo experimental.....	32
3.2.2.- Diseño del Software necesario.....	32
3.2.3.- Realización de las prácticas de laboratorio.....	33
3.3.- Metodología y estrategias de enseñanza	33

3.4.- Evaluación del proceso de enseñanza/aprendizaje	34
3.5.- Atención a la diversidad.....	35
4.- JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES NECESARIOS DEL CALORÍMETRO.....	37
4.1.- Texas Instruments vs Arduino	37
4.2.- Elección del entorno de programación utilizado	39
4.2.1.- Energía	39
4.2.2.- Processing	40
4.3.- Elección del sensor	42
4.3.1.- Sensor LM35.....	42
4.3.2.- Sensor LM94022.....	43
4.3.3.- Comparativa de los dos sensores	46
4.4.- Pantalla LCD.....	47
5.- CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA Y DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO	49
5.1.- Construcción del equipo de medida.....	49
5.1.1.- Conexión Tiva-Sensores	49
5.1.2.- Conexión Tiva-LCD	51
5.1.3.- Aislamiento del calorímetro.....	53
5.1.4.- Sistema calefactor calorímetro.....	54
5.2.- Desarrollo del código de los programas que manipulan el calorímetro.....	55
6.- UTILIZACIÓN DEL CALORÍMETRO EN PRÁCTICAS DE INSTITUTO	59
6.1.- Obtención del equivalente en agua del calorímetro	59
6.1.1.- Material necesario	59
6.1.2.-Procedimiento	59
6.1.3.- Fundamento teórico	60
6.1.4.- Resultados experimentales.....	61

6.1.5.- Conclusión	63
6.2.- Medida del calor específico de un sólido.....	63
6.2.1.- Material necesario	63
6.2.2.- Procedimiento	63
6.2.3.- Fundamento teórico	64
6.2.4.- Resultados experimento	65
6.2.5.- Conclusión	67
6.3.- Medida de la entalpía de disolución de dos compuestos	67
6.3.1.- Material necesario	67
6.3.2.- Procedimiento	68
6.3.3.- Fundamento teórico	68
6.3.4.- Resultados experimento	69
6.3.5.- Conclusión	72
6.3.6.- Elección de los compuestos químicos.....	72
6.4.- Descripción del fenómeno de la absorción de la luz.....	73
6.4.1.- Material necesario	73
6.4.2.- Procedimiento	73
6.4.3.- Fundamento teórico	74
6.4.4.- Resultados experimento	75
6.4.5.- Conclusión	75
6.5.- Otros experimentos que se podrían realizar	75
7.- PROPUESTA DE MEJORA	77
8.- CONCLUSIONES.....	79
9.- BIBLIOGRAFÍA.....	81
9.1.- Normativa	81
9.2.- Enlaces web	81

9.3.- Libros de texto	81
10.- ANEXOS	83
ANEXO 1.- Costes del material empleado	83
ANEXO 2.- Programa de control de temperatura con Energía (Termo.ino)	85
ANEXO 3.- Programa que dibuja y exporta los datos con Processing (Grafica.pde).....	88

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.-Motivación y justificación de la temática elegida

La elección de este tema como Trabajo de Fin de Máster (TFM), surge de la idea de implementar la experimentación como instrumento didáctico y pedagógico en la enseñanza de las ciencias experimentales en la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato.

Este TFM trata sobre la construcción de un calorímetro empleando materiales electrónicos novedosos y de bajo coste. Esto permitirá a los alumnos conocer nuevos materiales utilizados en los dispositivos electrónicos modernos y al profesor poder realizar este proyecto sin problemas económicos. La idea principal es que los alumnos sean capaces de construir el calorímetro y que comprendan su funcionamiento, además se realizarán prácticas de laboratorio para reforzar estos conocimientos y que adquieran conocimientos básicos sobre termodinámica.

Otro de los motivos a la hora de escoger esta temática para el TFM ha sido intentar acercar a los alumnos hacia el mundo de la experimentación en ciencias y con la finalidad de dar oportunidad a los alumnos de resolver problemas prácticos, de adquirir confianza en su propia capacidad para resolverlos, favoreciendo así que relacionen los conocimientos adquiridos con algo que ya conocían previamente (aprendizaje significativo) y que comprueben que los conocimientos que han adquirido se pueden aplicar y utilizar fuera del aula (aprendizaje funcional).

Uno de los grandes problemas que existe en la enseñanza de las ciencias experimentales es la falta de tiempo para realizar prácticas. Cabe destacar en especial la falta de tiempo en las prácticas de termodinámica, ya que con los calorímetros convencionales se tarda tiempo en esperar a que se estabilice la temperatura. El calorímetro que se desarrolla en este proyecto da solución a esta problemática, ya que se pueden realizar medidas en cuestión de minutos gracias a que el calorímetro es pequeño y por lo tanto de respuesta rápida. Además, el equipo puede registrar datos de forma automática durante largos periodos de tiempo, por lo que no requiere que los alumnos y el profesor estén presentes todo el tiempo que dura el experimento. Estas son las grandes ventajas frente a los termómetros o calorímetros convencionales:

- Respuesta rápida.
- Al ser pequeño, los experimentos calorimétricos tienen una duración bastante corta.
- Al registrar los datos automáticamente, se pueden tomar datos de temperatura sin que tenga que estar alguien presente.

La estructura de este trabajo consta de:

- Una parte inicial en la que se hace un estudio del currículum de Física y Química y de asignaturas transversales y se dan ideas sobre dónde se podría encajar este proyecto.
- Una parte en la que se habla del material que se va a utilizar en la construcción del calorímetro y de la justificación de la elección del mismo.
- Una sección dónde se habla de la construcción del calorímetro.
- Una parte dónde se desarrollan posibles prácticas de laboratorio que se podrían realizar con el calorímetro.
- Una sección en la que se proponen diferentes propuestas de mejora en el proyecto.
- Y las últimas secciones de conclusiones, bibliografía y anexos.

En conclusión, con este trabajo se quiere presentar una visión completa y a la vez novedosa de los trabajos experimentales, aplicando las TIC's y los diferentes conceptos aprendidos en el máster.

1.2.- Objetivo del Trabajo Fin de Máster (TFM)

El Trabajo Fin de Máster constituye el broche de oro al Máster de Profesor en Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. El objetivo final del mismo no es otro sino que razonar sobre los conocimientos y competencias adquiridas a lo largo de todo el curso, exponiendo una actividad didáctica vinculada con la Física y la Química, teniendo claro que cada nivel de enseñanza tiene exigencias metodológicas específicas y que la actividad del profesor en el aula constituye el elemento clave de los resultados obtenidos.

En el caso de la docencia de las asignaturas de ciencias experimentales es necesario el conocimiento y el dominio de diversos recursos didácticos, y una capacidad de abstracción para poder explicar de una forma sencilla los conceptos y términos científicos relacionados con estas materias. Para ello se debe utilizar un lenguaje cotidiano y cercano al alumno, sin olvidar el lenguaje científico y la terminología asociada a estas materias. También es importante estimular el interés por el conocimiento científico, de manera que los alumnos sean capaces de valorar los aportes del desarrollo científico a la evolución tecnológica y su impacto en la sociedad y reconozcan que el conocimiento científico tiene un carácter provisional y que la innovación y la actitud emprendedora hacen avanzar a la ciencia y a la sociedad.

En este TFM se han desarrollado las siguientes metodologías que ayudan a conseguir estos objetivos:

- Las prácticas de laboratorio sirven para que los alumnos afiancen mejor los conceptos teóricos y curriculares de la materia, para que se familiaricen con el trabajo experimental y con la aplicación directa del método científico.
- Gracias al desarrollo de un equipo de bajo coste se puede facilitar el acercamiento entre la investigación científica y la población no especializada, ya que se pretende que los alumnos se lleven el proyecto a casa y experimenten libremente con él.
- Favorecer una motivación en el alumnado para conseguir un espíritu crítico en la ciencia. La metodología por proyectos y la indagación, se complementan muy bien para alcanzar este objetivo.
- El uso de las TIC's puede facilitar el acercamiento del alumnado hacia la ciencia. Además, beneficiará al alumno en un futuro profesional.
- Gracias al desarrollo de un proyecto general a lo largo de un periodo de tiempo relativamente largo, se puede ayudar al alumnado a conseguir un buen sentido de la iniciativa y un espíritu emprendedor.

2.- ADECUACIÓN EN EL CURRÍCULO DE FÍSICA Y QUÍMICA DE LA E.S.O. Y BACHILLERATO Y TRANSVERSALIDAD CON OTRAS ASIGNATURAS

En la primera parte de este apartado se va a estudiar el currículo de Física y Química de la LOMCE y cómo se podría incluir en el mismo la fabricación del calorímetro (apartado 5), el estudio de las características del mismo y las prácticas de laboratorio (apartado 6).

En una segunda parte se va a trabajar las posibles transversalidades que tienen estos temas con otras asignaturas relacionadas con la Física y Química.

2.1.- Adecuación de este proyecto en el currículo de Física y Química

A continuación se va a realizar un estudio curso por curso de los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de Física y Química de la E.S.O. y Bachillerato según la ley por la que se implanta la LOMCE en la Comunidad de Castilla y León ^{[1], [2]} relacionados con este proyecto.

2.1.1.- 2º E.S.O. Física y Química

En la Tabla 2.1 se pueden observar los contenidos, criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de 2º de la E.S.O. de la asignatura de Física y Química relacionados con este proyecto.

En el Bloque 1 se estudia el trabajo en el laboratorio: los materiales e instrumentos básicos del mismo. Conocer el funcionamiento del calorímetro es importante a estos niveles, sobre todo el uso del mismo como termómetro. Incluso, a estos niveles, se puede dar una pequeña explicación sobre el funcionamiento de los sensores de temperatura, dado el uso de los mismos en muchos aparatos cotidianos.

En el Bloque 4 se estudia la energía térmica y los instrumentos para medir la temperatura. Creemos de vital importancia que los alumnos interioricen el funcionamiento de un termómetro y el calorímetro de este proyecto puede ser un ejemplo con el que ellos pueden aprender. Además, el experimento de la descripción del fenómeno de absorción de la luz (apartado 6.4), puede ser un buen ejemplo para que los alumnos entiendan la transformación de energía luminosa (electromagnética) en calor.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1.- La actividad científica		
El trabajo en el laboratorio.	2. Reconocer los materiales e instrumentos básicos presentes en los laboratorios de Física y de Química. Conocer, y respetar las normas de seguridad en el laboratorio y de eliminación de residuos para la protección del medioambiente.	2.2. Identifica material e instrumentos básicos de laboratorio y conoce su forma de utilización para la realización de experiencias, respetando las normas de seguridad e identificando actitudes y medidas de actuación preventivas.
Bloque 4.- Energía		
<p>Tipos Transformaciones de la energía y su conservación.</p> <p>Energía térmica. El calor y la temperatura. Unidades. Instrumentos para medir la temperatura.</p>	<p>3. Relacionar los conceptos de energía, calor y temperatura en términos de la teoría cinéticomolecular y describir los mecanismos por los que se transfiere la energía térmica en diferentes situaciones cotidianas.</p> <p>4. Interpretar los efectos de la energía térmica sobre los cuerpos en situaciones cotidianas y en experiencias de laboratorio.</p>	<p>3.1. Explica el concepto de temperatura en términos del modelo cinético-molecular diferenciando entre temperatura, energía y calor.</p> <p>3.2. Conoce la existencia de una escala absoluta de temperatura y relaciona las escalas de Celsius y Kelvin.</p> <p>3.3. Identifica los mecanismos de transferencia de energía reconociéndolos en diferentes situaciones cotidianas y fenómenos atmosféricos, justificando la selección de materiales para edificios y en el diseño de sistemas de calentamiento.</p> <p>4.1. Explica el fenómeno de la dilatación a partir de alguna de sus aplicaciones como los termómetros de líquido, juntas de dilatación en estructuras, etc.</p> <p>4.2. Explica la escala Celsius estableciendo los puntos fijos de un termómetro basado en la dilatación de un líquido volátil.</p> <p>4.3. Interpreta cualitativamente fenómenos cotidianos y experiencias donde se ponga de manifiesto el equilibrio térmico asociándolo con la igualación de temperaturas.</p>

Tabla 2.1.- Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de 2º de la E.S.O. de Física y Química relacionados con el proyecto [1].

2.1.2.- 3º E.S.O. Física y Química

En la Tabla 2.2 se pueden observar los contenidos, criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de 3º de la E.S.O. de la asignatura de Física y Química relacionados con este proyecto.

En el Bloque 1 del currículo se engloba el trabajo en el laboratorio; como en el caso de 2º de la E.S.O., es fundamental el conocimiento del equipo instrumental del calorímetro, sobre todo su uso como termómetro registrador de datos. Además, se le da vital importancia a la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Una forma, que no se suele dar en los Institutos, de impartir estos conocimientos puede ser enseñar a los alumnos la importancia de los lenguajes de programación en la sociedad de hoy en día. Creemos que los lenguajes de programación utilizados (C desde el programa Energía y Java desde el programa Processing) son lenguajes muy sencillos y muy recomendables para comenzar a aprender a estos niveles. Por último, en este apartado se habla de la realización de un proyecto de investigación. En este caso, el proyecto puede ser la realización del calorímetro con la ayuda del profesor durante todo el curso; de esta forma, se relacionan muchos de los conocimientos impartidos durante el curso con el proyecto de investigación. Creemos que es muy motivador que el alumno construya su propio equipo y esto hace que se interese más por la investigación (buscará información por su cuenta utilizando TIC's) y por los fenómenos fisicoquímicos implicados.

En el Bloque 4 se imparten conocimientos de teorías de circuitos, y se pretende que el alumno aprenda a construir pequeños circuitos y que conozca el funcionamiento de los mismos. Dentro del proyecto del que se ha hablado, la construcción del calorímetro puede ser una buena forma de que los alumnos aprendan teoría de circuitos (si se observa que soldar a estos niveles es complicado se podrían utilizar ProtoBoards).

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1.- La actividad científica		
<p>El trabajo en el laboratorio</p> <p>Utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.</p> <p>Proyecto de investigación.</p>	<p>4. Reconocer los materiales e instrumentos básicos presentes del laboratorio de Física y de Química; conocer y respetar las normas de seguridad y de eliminación de residuos para la protección del medioambiente.</p> <p>6. Desarrollar pequeños trabajos de investigación y presentar el informe correspondiente, en los que se ponga en práctica la aplicación del método científico y la utilización de las TIC.</p>	<p>4.1. Identifica material e instrumentos básicos de laboratorio y conoce su forma de utilización para la realización de experiencias, respetando las normas de seguridad e identificando actitudes y medidas de actuación preventivas.</p> <p>6.1. Realiza pequeños trabajos de investigación sobre algún tema objeto de estudio aplicando el método científico, y utiliza las TIC para la búsqueda y selección de información y presentación de conclusiones en un informe.</p> <p>6.2. Participa, valora, gestiona y respeta el trabajo individual y en equipo.</p>
Bloque 4.- Energía		
<p>Magnitudes eléctricas. Unidades.</p> <p>Conductores y aislantes.</p> <p>Corriente eléctrica. Ley de Ohm.</p> <p>Asociación de generadores y receptores en serie y paralelo.</p> <p>Construcción y resolución de circuitos eléctricos sencillos.</p> <p>Componentes electrónicos básicos.</p>	<p>1. Explicar el fenómeno físico de la corriente eléctrica e interpretar el significado de las magnitudes intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, así como las relaciones entre ellas.</p> <p>2. Comprobar los efectos de la electricidad y las relaciones entre las magnitudes eléctricas mediante el diseño y construcción de circuitos eléctricos y electrónicos sencillos, en el laboratorio o mediante aplicaciones virtuales interactivas.</p>	<p>1.1. Explica la corriente eléctrica como cargas en movimiento a través de un conductor.</p> <p>1.2. Comprende el significado de las magnitudes eléctricas intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, y las relaciona entre sí utilizando la ley de Ohm.</p> <p>2.1. Distingue entre conductores y aislantes reconociendo los principales materiales usados como tales.</p> <p>2.2. Construye circuitos eléctricos con diferentes tipos de conexiones entre sus elementos, deduciendo de forma experimental las consecuencias de la conexión de generadores y receptores en serie o en paralelo.</p> <p>2.3. Aplica la ley de Ohm a circuitos sencillos para calcular una de las magnitudes involucradas a partir de las otras dos, expresando el resultado en las unidades del Sistema Internacional.</p>

Tabla 2.2.- Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de 3º de la E.S.O. de Física y Química relacionados con el proyecto [1].

2.1.3.- 4º E.S.O. Física y Química

En la Tabla 2.3 se pueden observar los contenidos, criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de 4º de la E.S.O. de la asignatura de Física y Química relacionados con este proyecto.

En el Bloque 1 como en el caso de 3º de la E.S.O. se plantea la realización de un proyecto de investigación y la importancia del uso de las TIC's; como se ha comentado en el apartado anterior, este proyecto puede ser una oportunidad para que los alumnos aprendan diversos conocimientos implicados en la construcción y el manejo del calorímetro y aprendan el desarrollo de un proyecto de investigación. Como se ha mencionado anteriormente el uso de las TIC's vendría dado por el aprendizaje de los programas que se van a utilizar en el proyecto (Energía y Processing). Además, en este apartado se estudia algo de teoría de errores, donde se pueden explicar las diferencias entre los distintos sensores y qué errores se comenten con cada uno, y de dónde más pueden venir las fuentes de error. Por último, en este bloque se pretende que el alumno aprenda a analizar datos experimentales, tablas y gráficas. Al realizar las prácticas de laboratorio puede aprender a realizar el mismo las tablas y gráficas y así interiorizar mejor los conceptos implicados.

En el Bloque 3 se imparten conceptos como el calor, el equilibrio térmico, el calor específico y los mecanismos de transmisión del calor. Uno de los estándares de aprendizaje es determinar experimentalmente calores específicos de sustancias mediante un calorímetro, por lo que se podría realizar como práctica de laboratorio la medida del calor específico de un sólido con este calorímetro (apartado 6.2). Para que los alumnos comprendan el funcionamiento del calorímetro creemos indispensable que, con anterioridad a esta práctica, realicen la práctica descrita en el apartado "6.1.- Obtención del equivalente en agua del calorímetro". De esta forma comprenderán mejor el funcionamiento del mismo.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1.- La actividad científica		
<p>Carácter aproximado de la medida. Errores en la medida. Error absoluto y error relativo.</p> <p>Expresión de resultados.</p> <p>Análisis de los datos experimentales. Tablas y gráficas.</p> <p>Tecnologías de la Información y la Comunicación en el trabajo científico. El informe científico.</p> <p>Proyecto de investigación.</p>	<p>5. Comprender que no es posible realizar medidas sin cometer errores y distinguir entre error absoluto y relativo.</p> <p>6. Expresar el valor de una medida usando el redondeo y el número de cifras significativas correctas.</p> <p>7. Realizar e interpretar representaciones gráficas de procesos físicos o químicos a partir de tablas de datos y de las leyes o principios involucrados.</p> <p>8. Elaborar y defender un proyecto de investigación, aplicando las TIC.</p>	<p>5.1. Calcula e interpreta el error absoluto y el error relativo de una medida conocido el valor real.</p> <p>6.1. Calcula y expresa correctamente, partiendo de un conjunto de valores resultantes de la medida de una misma magnitud, el valor de la medida, utilizando las cifras significativas adecuadas.</p> <p>7.1. Representa gráficamente los resultados obtenidos de la medida de dos magnitudes relacionadas infiriendo, en su caso, si se trata de una relación lineal, cuadrática o de proporcionalidad inversa, y deduciendo la fórmula.</p> <p>8.1. Elabora y defiende un proyecto de investigación, sobre un tema de interés científico, utilizando las Tecnologías de la información y la comunicación.</p>
Bloque 3.- Energía		
<p>El trabajo y el calor como transferencia de energía mecánica.</p> <p>Trabajo y potencia: unidades.</p> <p>Efectos del calor sobre los cuerpos. Cantidad de calor transferido en cambios de estado.</p> <p>Equilibrio térmico. Coeficiente de dilatación lineal. Calor específico y calor latente. Mecanismos de transmisión del calor.</p>	<p>2. Reconocer que el calor y el trabajo son dos formas de transferencia de energía, identificando las situaciones en las que se producen.</p> <p>3. Relacionar los conceptos de trabajo y potencia en la resolución de problemas, expresando los resultados en unidades del Sistema Internacional así como otras de uso común.</p> <p>4. Relacionar cualitativa y cuantitativamente el calor con los efectos que produce en los cuerpos: variación de temperatura, cambios de estado y dilatación.</p>	<p>2.1. Identifica el calor y el trabajo como formas de intercambio de energía, distinguiendo las acepciones coloquiales de estos términos del significado científico de los mismos.</p> <p>2.2. Reconoce en qué condiciones un sistema intercambia energía en forma de calor o en forma de trabajo.</p> <p>3.1. Halla el trabajo y la potencia asociados a una fuerza, incluyendo situaciones en las que la fuerza forma un ángulo distinto de cero con el desplazamiento, expresando el resultado en las unidades del Sistema Internacional u otras de uso común como la caloría, el kwh y el CV.</p> <p>4.1. Describe las transformaciones que experimenta un cuerpo al ganar o perder energía, determinando el calor necesario para que se produzca una variación de temperatura dada y para un cambio de estado, representando gráficamente dichas transformaciones.</p> <p>4.2. Calcula la energía transferida entre cuerpos a distinta temperatura y el valor de la temperatura final aplicando el concepto de equilibrio térmico.</p>

		<p>4.3. Relaciona la variación de la longitud de un objeto con la variación de su temperatura utilizando el coeficiente de dilatación lineal correspondiente.</p> <p>4.4 Determina experimentalmente calores específicos y calores latentes de sustancias mediante un calorímetro, realizando los cálculos necesarios a partir de los datos empíricos obtenidos.</p>
--	--	--

Tabla 2.3.- Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de 4º de la E.S.O. de Física y Química relacionados con el proyecto [1].

2.1.4.- 1º Bachillerato Física y Química

En la Tabla 2.4 se pueden observar los contenidos, criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de 1º de Bachillerato de la asignatura de Física y Química relacionados con este proyecto.

En el Bloque 1 se imparten conceptos de teoría de errores, de las representaciones gráficas y se pretende que los alumnos realicen un proyecto de investigación utilizando las TIC's. Como se ha explicado en los cursos anteriores, estos conceptos están intrínsecamente ligados al proyecto en cuestión. Además, creemos que este curso sería el ideal para realizar el proyecto de forma completa, ya que los alumnos en este curso terminan de completar los conocimientos necesarios para comprender todos los apartados (aunque en otros cursos se podría realizar de forma más simple).

En el Bloque 4 de este curso se imparten conocimientos relacionados con la primera ley de la termodinámica en el caso de las reacciones químicas. Se explican los conceptos de calor de reacción, de entalpía,... Todos estos conceptos se estudian en este proyecto. Gracias a los experimentos de la obtención del equivalente en agua del calorímetro (apartado 6.1) y la medida del calor específico de un sólido (apartado 6.2), los alumnos podrán comprender mejor el significado del calor específico de las sustancias. Además, con la ayuda de la práctica de la medida de la entalpía de disolución de dos compuestos en agua (apartado 6.3) podrán comprender mejor el concepto de entalpía de disolución. Por último, también se explica la Ley de Hess, esta ley se podría explicar experimentalmente realizando un experimento de laboratorio midiendo las diferentes entalpías de reacción de algunos compuestos. En este trabajo no se ha realizado esta práctica, pero se podría realizar con el calorímetro diseñado (apartado 6.5).

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1.- La actividad científica		
<p>Expresión de una medida. Errores o incertidumbres. Tipos de errores.</p> <p>Las representaciones gráficas en Física y Química.</p> <p>Tecnologías de la Información y la Comunicación en el trabajo científico. Animaciones y aplicaciones virtuales interactivas.</p> <p>Proyecto de investigación. Elementos de un proyecto.</p>	<p>1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica como: plantear problemas, formular hipótesis, proponer modelos, utilizar la notación científica, elaborar estrategias de resolución de problemas y diseños experimentales y análisis de los resultados.</p> <p>2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos y químicos.</p>	<p>1.2. Resuelve ejercicios numéricos expresando el valor de las magnitudes empleando la notación científica, estima los errores absoluto y relativo asociados y contextualiza los resultados.</p> <p>1.5. Elabora e interpreta representaciones gráficas de diferentes procesos físicos y químicos a partir de los datos obtenidos en experiencias de laboratorio o virtuales y relaciona los resultados obtenidos con las ecuaciones que representan las leyes y principios subyacentes.</p> <p>2.2. Establece los elementos esenciales para el diseño, la elaboración y defensa de un proyecto de investigación, sobre un tema de actualidad científica, vinculado con la Física o la Química, utilizando preferentemente las TIC.</p>
Bloque 4.- Transformaciones energéticas y espontaneidad de las reacciones químicas		
<p>La energía en las reacciones químicas. Sistemas termodinámicos. Estado de un sistema. Variables y funciones de estado.</p> <p>Trabajo mecánico de expansión-compresión de un gas. Primer principio de la termodinámica. Energía interna.</p> <p>Calor de reacción. Entalpía. Diagramas entálpicos. Ecuaciones termoquímicas. Entalpía de formación estándar y entalpía de enlace.</p> <p>Leyes termoquímicas: Ley de Lavoisier-Laplace. Ley de Hess.</p>	<p>1. Interpretar el primer principio de la termodinámica como el principio de conservación de la energía en sistemas en los que se producen intercambios de calor y trabajo.</p> <p>2. Reconocer la unidad del calor en el Sistema Internacional y su equivalente mecánico.</p> <p>3. Interpretar ecuaciones termoquímicas y distinguir entre reacciones endotérmicas y exotérmicas.</p> <p>4. Conocer las posibles formas de calcular la entalpía de una reacción química.</p>	<p>1.1. Relaciona la variación de la energía interna en un proceso termodinámico con el calor absorbido o desprendido y el trabajo realizado en el proceso.</p> <p>2.1. Explica razonadamente el procedimiento para determinar el equivalente mecánico del calor tomando como referente aplicaciones virtuales interactivas asociadas al experimento de Joule.</p> <p>3.1. Expresa las reacciones mediante ecuaciones termoquímicas dibujando e interpretando los diagramas entálpicos asociados.</p> <p>4.1. Calcula la variación de entalpía de una reacción aplicando la ley de Hess, conociendo las entalpías de formación o las energías de enlace asociadas a una transformación química dada e interpreta su signo.</p>

Tabla 2.4.- Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de 1º de Bachillerato de Física y Química relacionados con el proyecto [2].

2.1.5.- 2º Bachillerato Física

En la Tabla 2.5 se pueden observar los contenidos, criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de 2º de Bachillerato de la asignatura de Física relacionados con este proyecto.

De igual forma que en los cursos anteriores en el Bloque 1 se imparten conocimientos sobre las características de los instrumentos del laboratorio, sobre teoría de errores y sobre las representaciones gráficas de datos experimentales. Además se propone la realización de un proyecto utilizando las TIC's, en el que, como se ha comentado anteriormente, podría encajar el proyecto que se está describiendo en este trabajo.

Aunque directamente no hay más nociones relacionadas en este currículum, en el “Bloque 3.- Interacción electromagnética”, se dan nociones sobre la corriente eléctrica y se podría explicar el funcionamiento de la electrónica utilizada en construcción del calorímetro, así como el funcionamiento de los sensores y otros componentes como el LCD. Además, en el “Bloque 5.- Óptica geométrica” se podría explicar el proceso de absorción de la luz y hacer el experimento de la descripción del fenómeno de la absorción de la luz (apartado 6.4).

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1.- La actividad científica		
<p>El proceso de medida. Características de los instrumentos de medida adecuados.</p> <p>Incertidumbre y error en las mediciones: Exactitud y precisión. Uso correcto de cifras significativas. La consistencia de los resultados.</p> <p>Incertidumbres de los resultados. Propagación de las incertidumbres.</p> <p>Representación gráfica de datos experimentales. Línea de ajuste de una representación gráfica. Calidad del ajuste.</p> <p>Uso de las tecnologías de la Información y la Comunicación para el análisis de textos de divulgación científica.</p>	<p>1. Reconocer y utilizar las estrategias básicas de la actividad científica.</p> <p>2. Conocer, utilizar y aplicar las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el estudio de los fenómenos físicos.</p>	<p>1.3. Resuelve ejercicios en los que la información debe deducirse a partir de los datos proporcionados y de las ecuaciones que rigen el fenómeno y contextualiza los resultados.</p> <p>1.4. Elabora e interpreta representaciones gráficas de dos y tres variables a partir de datos experimentales y las relaciona con las ecuaciones matemáticas que representan las leyes y los principios físicos subyacentes.</p> <p>2.1. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular experimentos físicos de difícil implantación en el laboratorio.</p> <p>2.2. Analiza la validez de los resultados obtenidos y elabora un informe final haciendo uso de las TIC comunicando tanto el proceso como las conclusiones obtenidas.</p>

Tabla 2.5.- Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de 2º de Bachillerato de Física relacionados con el proyecto [2].

2.1.6.- 2º Bachillerato Química

En la Tabla 2.6 se pueden observar los contenidos, criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables de 2º de Bachillerato de la asignatura de Química relacionados con este proyecto.

De igual forma que en los cursos anteriores en el Bloque 1 se imparten conocimientos sobre las características de los instrumentos del laboratorio y sobre las representaciones gráficas de datos experimentales. También se propone la realización de un proyecto utilizando las TIC's, en el que podría encajar el proyecto que se está describiendo en este trabajo.

A pesar de que no hay nociones en este currículum relacionadas directamente con este trabajo en el “Bloque 4.- Síntesis orgánica y nuevos materiales” se imparten conocimientos sobre nuevos materiales y polímeros, y se podrían explicar las características del material aislante del calorímetro y probar su eficacia.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 1.- La actividad científica		
<p>Características de los instrumentos de medida.</p> <p>Uso de las TIC para la obtención de información química.</p> <p>Uso de las técnicas gráficas en la representación de resultados experimentales.</p>	<p>2. Aplicar la prevención de riesgos en el laboratorio de química y conocer la importancia de los fenómenos químicos y sus aplicaciones a los individuos y a la sociedad.</p> <p>3. Emplear adecuadamente las TIC para la búsqueda de información, manejo de aplicaciones de simulación de pruebas de laboratorio, obtención de datos y elaboración de informes.</p> <p>4. Analizar, diseñar, elaborar, comunicar y defender informes de carácter científico realizando una investigación basada en la práctica experimental.</p>	<p>2.1. Utiliza el material e instrumentos de laboratorio empleando las normas de seguridad adecuadas para la realización de diversas experiencias químicas.</p> <p>3.1. Elabora información y relaciona los conocimientos químicos aprendidos con fenómenos de la naturaleza y las posibles aplicaciones y consecuencias en la sociedad actual.</p> <p>3.3. Realiza y defiende un trabajo de investigación utilizando las TIC.</p> <p>4.1. Analiza la información obtenida principalmente a través de Internet identificando las principales características ligadas a la fiabilidad y objetividad del flujo de información científica</p> <p>4.2. Selecciona, comprende e interpreta información relevante en una fuente información de divulgación científica y transmite las conclusiones obtenidas utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad.</p>

Tabla 2.6.- Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de 2º de Bachillerato de Química relacionados con el proyecto [2].

2.2.-Transversalidad con otras asignaturas

Hoy en día, la transversalidad entre asignaturas cada vez es más importante. Dentro de la idea de la realización de un proyecto durante el curso, sería muy interesante que entre varias asignaturas se participase del mismo, haciendo que el alumno pueda entender aún más conceptos.

Para poder interrelacionar diferentes asignaturas, se va a hacer un breve resumen sobre cómo se ha visto afectada la estructura de los cursos académicos y qué asignaturas se imparten en cada curso con la nueva ley LOMCE [3].

Con la nueva ley la estructura de los cursos académicos se ha visto afectada, de tal forma que se establece la estructura de la Figura 2.1.

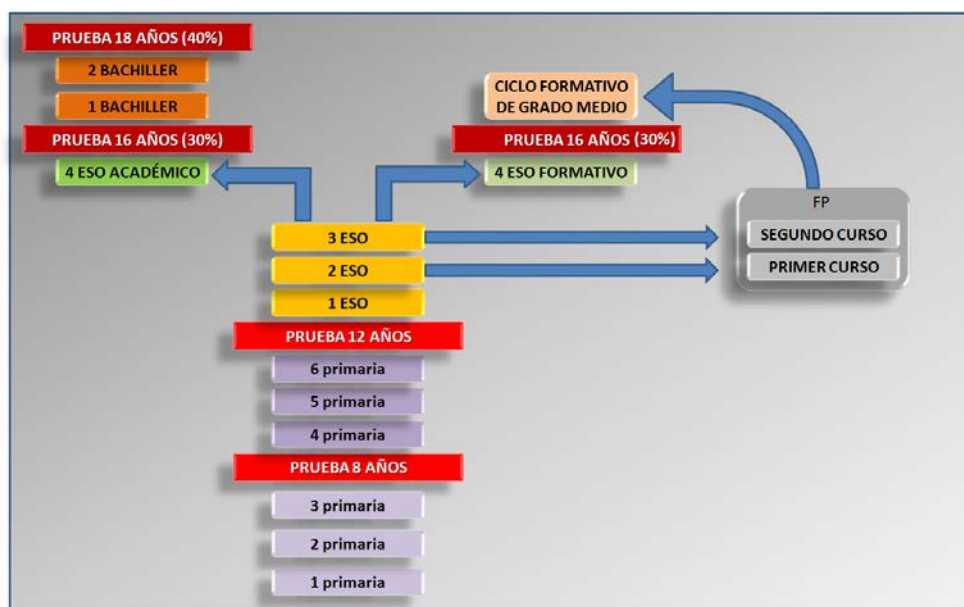


Figura 2.1.- Estructura general de los cursos según la LOMCE [3], [5].

Durante los cursos de Educación Primaria los alumnos tienen dos pruebas: a los 8 y a los 12 años. Cuando superan estos cursos, comienzan la E.S.O. En 2º y 3º si el alumno tiene dificultades puede introducirse en la Formación Profesional Básica y de ahí saltar a un Ciclo Formativo de Grado Medio. En 3º los alumnos deciden si siguen por la *Opción de enseñanzas académicas para la iniciación al bachillerato* o por la *Opción de enseñanzas aplicadas para la iniciación a la formación profesional*. Con la primera opción los alumnos pueden seguir estudiando Bachillerato si superan una prueba y con la segunda los alumnos pueden seguir estudiando un Ciclo Formativo de Grado Medio si superan también una prueba específica. Y los alumnos que quieran estudiar en la Universidad, después del Bachillerato deberán realizar una prueba específica.

En cuanto a las asignaturas que se imparten en cada curso de la E.S.O. y de Bachillerato, en las Figuras 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 se pueden ver qué asignaturas se cursan y qué opciones hay para cada curso.

Educación secundaria Obligatoria (ESO): cursos 1º, 2º y 3º

ESO	TRONCALES Número de materias: 5 + 1		ESPECÍFICAS (mínimo 3-máximo 6)	DE LIBRE CONFIGURACIÓN AUTONÓMICA (nº indeterminado de asignaturas)
	TRONCALES GENERALES (5)	TRONCALES DE OPCIÓN (cursar 1)		
1º 2º	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura Primera Lengua Extranjera Geografía e Historia Biología y Geología (en 1º) Física y Química (en 2º) Matemáticas 		Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Educación Física Religión/Valores Éticos Entre 1 y 4: <ul style="list-style-type: none"> Tecnología Música Educación Plástica, Visual y Audiovisual Segunda Lengua Extranjera Iniciación a la Actividad Emprendedora y Empresarial Cultura Clásica Religión (si no escogida en "Siempre") Valores Éticos (si no escogida en "Siempre") 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Lengua Cooficial y Literatura Otras: <ul style="list-style-type: none"> A determinar Una materia del bloque específicas no cursada
3º	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura Primera Lengua Extranjera Geografía e Historia Biología y Geología Física y Química 	<ul style="list-style-type: none"> Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Aplicadas 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Educación Física Religión/Valores Éticos Entre 1 y 4: <ul style="list-style-type: none"> Tecnología Música Educación Plástica, Visual y Audiovisual Segunda Lengua Extranjera Iniciación a la Actividad Emprendedora y Empresarial Cultura Clásica Religión (si no escogida en "Siempre") Valores Éticos (si no escogida en "Siempre") 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Lengua Cooficial y Literatura Otras: <ul style="list-style-type: none"> A determinar Una materia del bloque de específicas no cursada
Mínimo 50 % del horario				

Figura 2.2.- Asignaturas y estructura para los cursos 1º, 2º y 3º de la E.S.O. según la LOMCE [3], [6].

Educación secundaria Obligatoria (ESO): curso 4º

ESO 4º	TRONCALES (4+2)		ESPECÍFICAS (mínimo 3-máximo 6)	DE LIBRE CONFIGURACIÓN AUTONÓMICA (nº indeterminado de asignaturas)
	TRONCALES GENERALES (4)	TRONCALES DE OPCIÓN (2)		
Enseñanzas aplicadas	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura Matemáticas orientadas a las Enseñanzas Aplicadas Primera Lengua Extranjera Geografía e Historia 	<ul style="list-style-type: none"> Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional Tecnología Iniciación a la Actividad Emprendedora y Empresarial 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Educación Física Religión/Valores Éticos Entre 1 y 4: <ul style="list-style-type: none"> Segunda Lengua Extranjera Tecnologías de la Información y la Comunicación Artes Escénicas y Danza Educación Plástica, Visual y Audiovisual Religión (si no escogida en "Siempre") Música Valores Éticos (si no escogida en "Siempre") Cultura clásica Filosofía Cultura Científica Una materia del bloque troncales no cursada 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Lengua Cooficial y Literatura (si la hubiere) Otras: <ul style="list-style-type: none"> A determinar Una materia del bloque de específicas no cursada Ampliación de materia del bloque de troncales o específicas
Enseñanzas académicas	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura Matemáticas orientadas a las Enseñanzas Académicas Primera Lengua Extranjera Geografía e Historia 	<ul style="list-style-type: none"> Física y Química Biología y Geología Latin Economía 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Educación Física Religión/Valores Éticos Entre 1 y 4: <ul style="list-style-type: none"> Segunda Lengua Extranjera Tecnologías de la Información y la Comunicación Artes Escénicas y Danza Educación Plástica, Visual y Audiovisual Religión (si no escogida en "Siempre") Música Valores Éticos (si no escogida en "Siempre") Cultura Clásica Filosofía Cultura Científica Una materia del bloque de troncales no cursada 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Lengua Cooficial y Literatura (si la hubiere) Otras: <ul style="list-style-type: none"> A determinar Una materia del bloque de específicas no cursada Ampliación de materia del bloque de troncales o específicas
Mínimo 50 % del horario				

Figura 2.3.- Asignaturas y estructura para el curso 4º de la E.S.O. según la LOMCE [3], [6].

Bachillerato: curso 1º

Bachillerato 1º	TRONCALES (4+2)		ESPECÍFICAS (mínimo 3 - máximo 4)	DE LIBRE CONFIGURACIÓN AUTONÓMICA (nº indeterminado de asignaturas)
	TRONCALES GENERALES (4)	TRONCALES DE OPCIÓN (2)		
CIENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura I Primera Lengua Extranjera I Filosofía Matemáticas I 	<ul style="list-style-type: none"> Física y Química Biología y Geología Dibujo Técnico I 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Educación Física Mínimo 2 máximo 3: <ul style="list-style-type: none"> Segunda Lengua Extranjera I Cultura Científica Tecnología Industrial I Tecnologías de la Información y la Comunicación I Dibujo Técnico I (si no escogida en troncales de opción) Dibujo Artístico I Volumen Anatomía Aplicada Análisis Musical I Lenguaje y Práctica Musical Una materia del bloque de troncales no cursada Religión 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Lengua Cooficial y Literatura I (si la hubiere) Otras: <ul style="list-style-type: none"> A determinar Una materia del bloque de específicas no cursada Ampliación de materia del bloque de troncales o específicas
HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura I Primera Lengua Extranjera I Filosofía 	<ul style="list-style-type: none"> Historia del Mundo Contemporáneo Griego I Economía Literatura Universal 		
ARTES	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura I Primera Lengua Extranjera I Filosofía Fundamentos del arte I 	<ul style="list-style-type: none"> Historia del Mundo Contemporáneo Literatura Universal Cultura Audiovisual I 		
Mínimo 50 % del horario				

Figura 2.4.- Asignaturas y estructura para el curso 1º de Bachillerato según la LOMCE [3], [6].

Bachillerato: curso 2º

Bachillerato 2º	TRONCALES (4+2)		ESPECÍFICAS (mínimo 2-máximo 3)	DE LIBRE CONFIGURACIÓN AUTONÓMICA (nº indeterminado de asignaturas)
	TRONCALES GENERALES (4)	BLOQUE 1 DE OPCIÓN (2)		
CIENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura II Primera Lengua Extranjera II Historia de España Matemáticas II 	<ul style="list-style-type: none"> Física Química Biología Geología Dibujo Técnico II 	<ul style="list-style-type: none"> Segunda Lengua Extranjera II Historia de la Filosofía (si no escogida en troncales de opción) Tecnología Industrial II Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente Tecnologías de la Información y la Comunicación II Dibujo Técnico II (si no escogida en Troncales de opción) Dibujo Artístico II Análisis Musical II Técnicas de Expresión Gráfico-plásticas Historia de la Música y de la Danza Fundamentos de Administración y Gestión Psicología Imagen y Sonido Una materia del bloque de troncales no cursada Religión 	Siempre: <ul style="list-style-type: none"> Lengua Cooficial y Literatura II (si la hubiere) Otras: <ul style="list-style-type: none"> A determinar Educación Física Una materia del bloque de troncales o específicas no cursada Ampliación de materia del bloque de troncales o específicas
HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura II Primera Lengua Extranjera II Historia de España 	<ul style="list-style-type: none"> Griego II Economía de la Empresa Historia del Arte Geografía Historia de la Filosofía 		
ARTES	<ul style="list-style-type: none"> Lengua Castellana y Literatura II Primera Lengua Extranjera II Historia de España Fundamentos del arte II 	<ul style="list-style-type: none"> Cultura Audiovisual II Artes Escénicas Diseño 		
Mínimo 50 % del horario				

Figura 2.5.- Asignaturas y estructura para el curso 2º de Bachillerato según la LOMCE [3], [6].

A continuación, se van a detallar los conceptos del currículum según la LOMCE para la comunidad de Castilla y León ^{[1], [2]}, de otras asignaturas afines a la Física y Química que están relacionados con el desarrollo de este proyecto.

2.2.1.- Cultura científica

Se imparte en 4º de la E.S.O. y en 1º de Bachillerato, y en ambos casos es una asignatura específica, que no es obligatoria y que pueden coger alumnos de diferentes ramas.

Esta asignatura de nueva implantación con la LOMCE tiene como propósito que alumnos con distintos intereses y grados de motivación frente a la ciencia y la tecnología se interesen por los conocimientos científicos. En esta asignatura se engloban conocimientos sobre Geología, Física, Química, Tecnología y Biología y se pretende que los alumnos comprendan la importancia del método científico para la sociedad actual.

En 4º de la E.S.O. hay varios bloques que pueden estar relacionados con el proyecto:

- “Bloque 1.- Procedimientos de trabajo”: En el que los alumnos estudian las características de la investigación científica, el método científico, la utilización de las TIC’s para el trabajo científico,... Realizar este proyecto con los alumnos les ayudaría a conocer las dificultades, las características y la satisfacción personal de pertenecer y realizar un proyecto de investigación científico. Y, como se ha comentado en el apartado 2.1, se les puede enseñar el papel que tiene la programación hoy en día y la importancia de la misma dentro del desarrollo de la utilización de las TIC’s.
- “Bloque 3.- Avances tecnológicos y su impacto ambientales”: En este bloque se imparten conocimientos sobre los diferentes tipos de energías y cómo nos ayudan hoy en día. En relación al proyecto, se les podría explicar la importancia de la energía térmica y también se podría realizar el experimento descrito en el apartado 6.4 sobre la absorción de la luz para que vean la capacidad que tiene la energía luminosa.

Y en 1º de Bachillerato los siguientes bloques están relacionados con este proyecto:

- “Bloque 1.- Procedimientos de trabajo”: De forma similar al bloque 1 de 4º de la E.S.O. se puede incorporar este proyecto.
- “Bloque 5.- Nuevas tecnologías en comunicación e información”: En este bloque los alumnos aprenden los elementos más importantes de un ordenador, la arquitectura de un ordenador, tipos de Software que se utilizan, el funcionamiento de los microprocesadores y su uso diario,... Los microprocesadores están en la mayoría de aparatos electrónicos que utilizamos a diario y el proyecto de construcción del calorímetro puede ayudar a que los alumnos comprendan la capacidad que tienen los microprocesadores (en el proyecto se utiliza el microprocesador TIVA de Texas Instruments, apartado 4.1) para solventar problemas cotidianos. Además, se puede

utilizar el Software utilizado en el proyecto (Energía y Processing, apartado 4.2) para que aprendan la importancia de la utilización de Software abierto y para que aprendan un poco de programación en C y en Java.

2.2.2.- Tecnología

Se imparte en 1º y 3º de la E.S.O. como asignatura específica, y en 4º de la E.S.O. como asignatura troncal de opción para la rama de las enseñanzas aplicadas. Hay que tener en cuenta que los estudiantes de las enseñanzas aplicadas de 4º de la E.S.O. no estudian Física y Química de 4º, sino que estudian Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, por lo que sus conocimientos son algo más limitados.

Esta asignatura pretende que los alumnos observen en su entorno los objetos y los avances que les rodean y vean en ellos el resultado de un proceso que abarca la ciencia y la técnica, el pensamiento científico y las habilidades prácticas.

Creemos que puede ser muy beneficioso que la realización de este proyecto se realice entre las asignaturas de Física y Química y Tecnología ya que en Tecnología se podrían explicar los conocimientos relacionados con el montaje del equipo experimental y en Física y Química los conocimientos físicos relacionados con las prácticas de laboratorio.

En 1º de la E.S.O. se imparten los siguientes bloques relacionados con el proyecto a tratar:

- “Bloque 1.- Proceso de resolución de problemas tecnológicos”: En este bloque se imparte el proceso de resolución técnica de problemas, el diseño, planificación y construcción de prototipos sencillos mediante el método de proyectos, las herramientas informáticas para la elaboración y difusión de un proyecto,... Todos estos temas están relacionados con el proyecto que se está trabajando en este trabajo, se podrían explicar las herramientas informáticas utilizadas, cómo se ha resuelto el problema inicial mediante el proyecto y cómo se construye el prototipo.
- “Bloque 4.- Estructuras y mecanismos: máquinas simples”: En este bloque se introduce al alumno a la corriente eléctrica continua, se pretende que realice circuitos eléctricos simples y se imparten los efectos de la corriente eléctrica (luz y calor). La elaboración de los circuitos utilizados en la construcción del calorímetro son ideales para que los alumnos comprendan estos conceptos.
- “Bloque 5.- Tecnologías de la Información y la Comunicación”: En este apartado el alumno estudia los elementos que constituyen un ordenador y distintos Software utilizados. Como se ha comentado anteriormente, la elaboración de este proyecto puede

servir como excusa para introducir al alumno en la programación utilizando los programas Energía y Processing (apartado 4.2) y para que aprendan la importancia de los microprocesadores en la vida diaria (apartado 4.1).

En 3º de la E.S.O. los siguientes bloques están relacionados con el tema que se trata en este trabajo:

- “Bloque 1.- Proceso de resolución de problemas tecnológicos”: De forma similar al bloque 1 de 1º de la E.S.O. se puede incorporar este proyecto.
- “Bloque 4.- Estructuras y mecanismos: máquinas simples”: Se puede incorporar este proyecto de igual forma al bloque 4 de 1º de la E.S.O.
- “Bloque 5.- Tecnologías de la Información y la Comunicación”: Con la misma idea que el bloque 5 de 1º de la E.S.O. se puede implantar este proyecto.

Y por último en 4º de la E.S.O. se imparten los siguientes conocimientos relacionados con el proyecto de este trabajo:

- “Bloque 1.- Tecnologías de la información y de la comunicación”: En este curso básicamente se imparten conocimientos sobre el Software utilizado para diferentes situaciones cotidianas. Se puede plantear el problema a tratar en este proyecto y explicar a los alumnos cómo el Software realizado con Energía y Processing ha ayudado a conseguir nuestros objetivos. Además, puede servir para que el alumno comience a aprender a programar en C y en Java.
- “Bloque 3.- Electrónica”: En este bloque el alumno aprende los conocimientos básicos de la electrónica y a montar circuitos sencillos. El montaje del equipo experimental puede servir de excusa para que los alumnos aprendan a montar este tipo de circuitos.

2.2.3.- Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional

Esta asignatura se imparte en 4º de la E.S.O y es una asignatura troncal de la opción para los alumnos de la rama de las ciencias aplicadas. De igual forma que en el caso de la asignatura de Tecnología en 4º de la E.S.O. se debe tener en cuenta que estos alumnos no dan Física y Química en 4º de la E.S.O, por lo que sus conocimientos serán algo más limitados.

En esta asignatura los alumnos aprenderán los aspectos básicos de las Ciencias, tanto teóricos como experimentales y sabrán valorar la contribución de los científicos al bienestar y progreso sociales y el rigor y la disciplina que exige el método científico.

En el marco de este trabajo, los alumnos podrían realizar el proyecto en cuestión en colaboración con la asignatura de Tecnología, esto haría que los conocimientos de ambas asignaturas se vieran reflejados en el trabajo y que los alumnos entendieran mejor los conceptos de ambas asignaturas.

Los bloques que están relacionados con el proyecto que se trata en este trabajo son los siguientes:

- “Bloque 1.- Técnicas Instrumentales Básicas”: En este apartado el alumno aprende cuál es la organización, los materiales y las normas de seguridad de un laboratorio, la utilización de las TIC’s para el desarrollo de trabajos experimentales,... Con el proyecto que se desarrolla en este trabajo los alumnos aprenderán una nueva técnica experimental y la parte del diseño de Software les ayudará a comprender la utilidad del uso de las TIC’s como herramienta en el laboratorio.
- “Bloque 4.- Proyecto de investigación”: En este bloque se pretende que el alumno elabore, planifique y diseñe un proyecto de investigación. El proyecto de este trabajo podría servir como uno de los proyectos de investigación que realizarían estos alumnos.

2.2.4.- Tecnologías de la Información y la Comunicación

Es una asignatura específica que se imparte en 4º de la E.S.O., 1º y 2º de Bachillerato que pueden escoger alumnos de todas las ramas.

Esta asignatura tiene el propósito de ampliar y profundizar en los conocimientos que de ella el alumnado haya adquirido en cursos anteriores, enseñándole, a su vez, la forma de integrar estos aprendizajes con el resto de materias.

En 4º de la E.S.O. se imparten los siguientes bloques relacionados con el proyecto que se está estudiando:

- “Bloque 2.- Ordenadores, sistemas operativos y redes”: En este bloque se imparten conocimiento sobre Hardware y los principales componentes del ordenador y sobre el funcionamiento de distintos Software. Con el calorímetro el alumno puede aprender la utilidad y la importancia de los microprocesadores en cualquier dispositivo electrónico (apartado 4.1) y además se puede analizar el Software utilizado (Energía y Processing, apartado 4.2) e introducirles un poco en la programación en C y Java.

En 1º de Bachillerato existe una mayor cantidad de conocimiento relacionado con el proyecto:

- “Bloque 2.- Arquitectura de ordenadores”: En este bloque los alumnos aprenden el Hardware relacionado con los ordenadores. El calorímetro puede servir de ejemplo de lo que se puede llegar a conseguir utilizando microprocesadores.
- “Bloque 3.- Software para sistemas informáticos”: En este bloque los alumnos aprenden a utilizar diferentes programas como aplicaciones ofimáticas de escritorio, aplicaciones para diseño gráfico, aprenden a utilizar CAD como una herramienta para dibujo técnico, Programas de procesamiento de imagen,... En este apartado se les puede explicar a los alumnos el funcionamiento de los programas utilizados en el proyecto, como son Energía y Processing (hay que tener en cuenta que Processing es una herramienta muy utilizada para diseño gráfico, apartado 4.2.2)
- “Bloque 5.- Programación”: En este apartado se imparten conocimientos básicos sobre diferentes lenguajes de programación y sobre cómo desarrollar algoritmos sencillos. Gracias al proyecto los alumnos aprenderían a crear pequeños programas en C (para manipular el microprocesador con el Software de Energía) y en Java (para hacer gráficas con Processing).

En 2º de Bachillerato se imparten los siguientes conocimientos relacionados con el tema de este trabajo:

- “Bloque 1.- Programación”: Se imparten conocimientos sobre diferentes lenguajes de programación. De igual caso que con el bloque 5 de 1º de Bachillerato se podría implantar el proyecto dentro de este bloque.

2.2.5.- Tecnología Industrial

Es una asignatura específica de 1º y 2º de Bachillerato que pueden escoger alumnos de cualquier rama de conocimiento.

Esta asignatura pretende capacitar al alumnado para participar de forma crítica en la vida colectiva, transmitiendo la necesidad de mejorar el entorno respetando el medio ambiente y permitiéndole tomar conciencia de las repercusiones que tiene para la sociedad el uso de la tecnología. Además, pretende proporcionar al alumnado los conocimientos y habilidades básicas para emprender el estudio de técnicas específicas y desarrollos tecnológicos en campos especializados de la actividad industrial.

En 1º de Bachillerato se imparten los siguientes bloques relacionados con el proyecto de este trabajo:

- “Bloque 3.- Máquinas y sistemas”: En este bloque se pretende que el alumno simule y monte circuitos y que aprenda a utilizar algunos equipos de medida. Con el diseño del calorímetro puede aprender a montar la parte de circuitos electrónicos y a utilizar un equipo experimental como es el del calorímetro.

En 2º de Bachillerato los siguientes bloques están relacionados con el proyecto en estudio:

- “Bloque 2.- Principios de máquinas”: En este bloque se pretende que el alumno aprenda a montar circuitos y entienda el funcionamiento de cualquiera. El montaje del calorímetro puede ser un buen ejemplo para que los alumnos comprendieran el funcionamiento de un circuito.
- “Bloque 3.- Sistemas automáticos”: En este apartado se estudian los componentes de un sistema de control y el montaje y experimentación de circuitos y sistemas automáticos sencillos. El diseño y montaje del calorímetro encajaría perfectamente en este apartado.
- “Bloque 5.- Control y programación de sistemas automáticos”: Se hace una introducción al control programado y se estudia cómo funciona el microprocesador y su importancia en la vida diaria. Con el calorímetro los alumnos pueden interiorizar la necesidad de la utilización de los microprocesadores en los dispositivos electrónicos y aprenderán la programación necesaria para controlarlo (programa Energía, apartado 4.2.1).

3.- ASPECTOS DOCENTES Y PEDAGÓGICOS

En este apartado se intentarán expresar los distintos aspectos docentes y pedagógicos que se utilizarían en el aula en la implementación del desarrollo del proyecto de la elaboración del calorímetro y la puesta en práctica de las prácticas de laboratorio.

Hay que tener en cuenta que no se ha establecido ningún curso al que este proyecto esté dirigido, sino que se puede impartir de forma general en cualquier curso de Física y Química (y en cualquier curso de los que se ha hablado en el apartado 2.2) adaptando los conocimientos que se imparten en cada curso.

3.1.- Adquisición de las competencias básicas

Con esta actividad los alumnos podrán trabajar y adquirir todas y cada una de las competencias básicas presentes en el currículo educativo actual ^[4]:

- **Competencia en comunicación lingüística:** Desarrollarán la comunicación al tener que realizar memorias e informes, en los cuales también se valorará esta competencia.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología:** Con este proyecto el alumnado puede aprender ciertos conocimientos de matemáticas (tratamiento de datos, resolución de ecuaciones, tratamiento de datos y gráficas,...), conocimientos sobre Física y Química (calor específico, entalpías, reacciones, absorción de la luz,...) y Tecnología (microprocesadores, sensores, utilización de Software,...).
- **Competencia digital:** Con este proyecto trabajarán con ordenadores y con nuevas tecnologías, ya que deberán desarrollar un programa para controlar el experimento mediante el ordenador.
- **Aprender a aprender:** Debido a que se pretende que el alumnado aprenda de sus errores y que busque información sobre el tema tratado se podrá desarrollar esta competencia.
- **Competencias sociales y cívicas:** Al tener que realizar trabajos en grupo el alumno desarrollará a habilidad de sociabilizarse en su entorno.
- **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor:** Puede que sea la capacidad que más se intenta fomentar en el proyecto, ya que se intenta que el alumno sea capaz de superarse a sí mismo y de emprender un proyecto propio.
- **Conciencia y expresiones culturales:** Con este proyecto se conseguirá que el alumnado aprenda expresiones típicas en el mundo científico.

3.2.- Planificación del proceso de enseñanza/aprendizaje

En general este proyecto está pensado para que se elabore como un proyecto de investigación que realicen los alumnos durante todo el curso académico y que vayan implementando y mejorando día a día.

En general este proyecto consta de tres partes: construcción del equipo experimental, diseño del Software necesario y realización de las prácticas de laboratorio.

3.2.1.- Construcción del equipo experimental

En los cursos inferiores el profesor realizará la construcción del equipo experimental junto con los alumnos para que a éstos les resulte más fácil, y en los cursos superiores los alumnos montarán todo el equipo en grupos de trabajo. Estos grupos serían de entre 2 y 4 alumnos para que puedan trabajar en equipo y ayudarse, dependiendo del número total de alumnos en el aula y del número de puestos de trabajo disponibles.

La temporalización de esta parte del proyecto sería de unas 5-6 sesiones en las que se realizarían las siguientes actividades:

- 1ª y 2ª Sesión: Explicación del funcionamiento de equipo experimental (funcionamiento del TIVA, de los sensores y del LCD) y del procedimiento a seguir para construir el calorímetro.
- 3ª Sesión: Montaje de las conexiones TIVA-Sensores (apartado 5.1.1).
- 4ª Sesión: Montaje de las conexiones TIVA-LCD (apartado 5.1.2).
- 5ª Sesión: Montaje del aislamiento del calorímetro (apartado 5.1.3) y del sistema calefactor del calorímetro (apartado 5.1.4).
- 6ª Sesión: Sesión para terminar lo que no haya dado tiempo en las sesiones anteriores.

Los alumnos realizarán un informe en grupo incluyendo los resultados obtenidos, las complicaciones que han tenido, y si se podría realizar alguna mejora.

Si los alumnos cursan otras asignaturas afines donde aprendan a montar circuitos eléctricos (Tecnología, Tecnología Industrial,...), apartado 2.2, se puede compaginar esta tarea con la asignatura en cuestión.

3.2.2.- Diseño del Software necesario

En cursos inferiores el profesor les dará los dos programas necesarios para controlar el calorímetro y les explicará en una o dos sesiones el funcionamiento del mismo. Sin embargo, en cursos superiores se pretenderá que el alumno realice sus propios códigos para controlar el

calorímetro, siempre con la ayuda del profesor. Se utilizaría una clase para que el profesor explicara el funcionamiento de estos dos Softwares y 3 clases posteriores en el aula de informática donde los alumnos individualmente realizarían el programa. Además, se les proporcionaría a los alumnos el material necesario para que lo pudiesen seguir desarrollando en su casa. Los alumnos entregarán el programa realizado para su evaluación y el profesor lo corregirá para luego poder utilizarlo en las prácticas.

Si los alumnos cursan otras asignaturas afines donde se imparten conocimientos sobre Software y programación (Tecnología, Tecnología Industrial, Tecnologías de la Información y la Comunicación,...), apartado 2.2, se puede compaginar esta tarea con la asignatura en cuestión.

3.2.3.- Realización de las prácticas de laboratorio

Como se ha comentado anteriormente, la realización de las prácticas de laboratorio depende del curso donde se imparten. Al igual que la práctica de la descripción del fenómeno de la descripción de la luz (apartado 6.4) se puede impartir más o menos a cualquier nivel, la práctica de la obtención de la entalpía de disolución de dos compuestos (apartado 6.3) se podría impartir únicamente en los cursos de Bachillerato. Dependiendo del curso donde se impartiesen las prácticas, se realizarían unas u otras.

Cada práctica duraría aproximadamente 1 o 2 sesiones; en la primera se realizarían las medidas experimentales y en la segunda se analizarían estos datos y se comenzaría una breve memoria que los alumnos terminarían en casa. Estas prácticas se realizarían en grupos de 2-4 alumnos dependiendo del número de alumnos en el aula y del equipo experimental del que se disponga y cada alumno realizaría una memoria individualmente.

3.3.- Metodología y estrategias de enseñanza

La metodología que se debe de emplear en este proyecto debe ser activa y adaptable al grupo de alumnos y a sus circunstancias.

Durante el proceso de enseñanza, se pueden utilizar diferentes metodologías. A primera vista, se puede utilizar el método de aprendizaje por proyectos, sin embargo, este trabajo ayuda a utilizar una diversidad de metodologías dependiendo de la actividad que se realice y del alumnado.

De forma general, durante todo el proceso de la elaboración, puesta a punto y utilización del calorímetro en prácticas de laboratorio se utilizaría una metodología basada en el aprendizaje por proyectos. En el montaje del equipo experimental y en las prácticas de laboratorio se

utilizaría también el método de aprendizaje colaborativo-cooperativo en grupos. Y por último, en el apartado de la realización del programa de control se intentaría seguir una metodología de indagación, donde el alumno buscara información sobre el tema y el profesor incentivase a que él se motivara por el mismo.

Por lo que se puede concluir que los métodos más apropiados para este proyecto son el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo-cooperativo en grupos y la metodología de indagación.

Por último me gustaría destacar la importancia de que el profesorado conozca en detalle el conocimiento inicial de los alumnos y que se tenga en cuenta a la hora de secuenciar las actividades y diseñar el proceso de enseñanza.

3.4.- Evaluación del proceso de enseñanza/aprendizaje

Los instrumentos que se van a utilizar para realizar la evaluación son los siguientes:

- Informe de construcción del equipo experimental: En este informe se valorará la capacidad del alumno para resolver los problemas que hayan ido surgiendo a lo largo de la construcción del equipo. Se valorará también la efectividad del equipo experimental construido, aunque se valorará más las posibles soluciones que plantee el equipo para mejorarlo. Este informe contará el 25 % de la nota final del proyecto
- Realización de los programas necesarios para controlar el equipo: Si el curso es lo suficientemente alto como para que los alumnos desarrollen los programas de control del equipo, se valorarán estos programas. Se valorará sobre todo la estructura del programa y la lógica de desarrollo del programa. Este apartado contará el 20 % de la nota final. Si no se realizase este apartado se le añadiría un 10 % al informe de la construcción del equipo y un 10 % a la memoria de las prácticas de laboratorio.
- Memoria de las prácticas de laboratorio: Se valorará la exposición razonada y congruente de las conclusiones obtenidas tras la realización de las prácticas de laboratorio, que los alumnos tengan una buena capacidad de síntesis, y que el lenguaje escrito sea el correcto. Esta memoria contará un 25 % de la nota final del proyecto.
- Trabajo en equipo: Se valorará la actitud del equipo durante las sesiones de clase. Se busca que el alumno sepa trabajar en grupo, ayudando a sus compañeros y planteando soluciones e ideas que puedan ayudar al grupo. El trabajo en equipo se contabilizará como un 10 % de la nota final.

- Examen final sobre el proyecto: Al final del proyecto el profesor realizará un examen tipo test (dependiendo del curso así será el nivel de las preguntas), donde se preguntarán los conocimientos básicos de las tres fases que los alumnos deben de haber adquirido al final del proyecto. Este examen contará el 20 % de la nota final.

3.5.- Atención a la diversidad

Con este proyecto se pretende que todos los alumnos adquieran interés por la ciencia y que vean que con pocos materiales se pueden realizar cosas útiles y que funcionan. Además, se pretende que los alumnos comprendan el funcionamiento del calorímetro y que entiendan los conceptos de calor específico, de entalpía de disolución y el fenómeno de absorción de la luz. Este objetivo puede ser difícil de alcanzar para algunos alumnos y muy sencillo para otros. El profesorado debe ser capaz de darse cuenta de estas situaciones y adaptar el proceso de enseñanza para estos alumnos.

En el caso de alumnos con dificultades especiales, se les daría información adicional para ayudarles a entender mejor el proyecto e incluso el profesor podría dedicar tiempo fuera del horario de clase para ayudar a este alumnado.

En el caso de alumnos con altas capacidades, se intentaría fomentar que el alumno se interese por el tema y se le plantearían retos adicionales, como mejorar los programas o diseñar alguna actividad de laboratorio extra.

4.- JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DE LOS COMPONENTES NECESARIOS DEL CALORÍMETRO

Una de las fases más importantes en el diseño del calorímetro es la elección de los distintos materiales y componentes necesarios para su construcción.

En este apartado se explicarán los motivos de elección de los distintos componentes (placa, sensor, pantalla LCD) y del entorno de programación utilizado.

4.1.- Texas Instruments vs Arduino

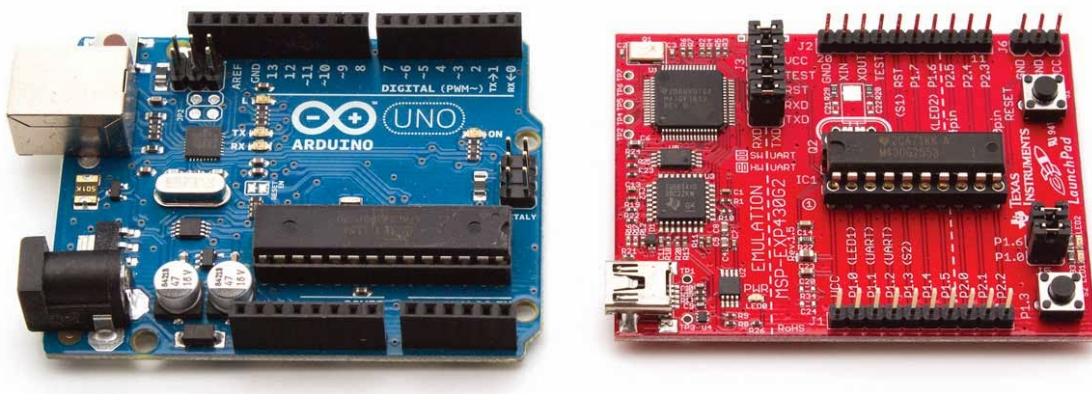


Figura 4.1.-Placa de la plataforma Arduino (a la izquierda) y placa de la plataforma Texas Instruments (a la derecha).

El primer equipo que se eligió fue la placa. Una placa permite que un ordenador se comunique con el sensor de una forma rápida y que se almacenen los datos de forma sencilla y rápida.

Los dos tipos de placas más utilizados son Texas Instruments (T.I.) y Arduino. Aunque la plataforma Arduino está respaldada por una mayor comunidad de usuarios, se decidió utilizar la plataforma EK-TM4C123GLX de T.I. por los motivos que se detallan a continuación. La placa utilizada es la Tiva C Series TM4C123G a 80 MHz.

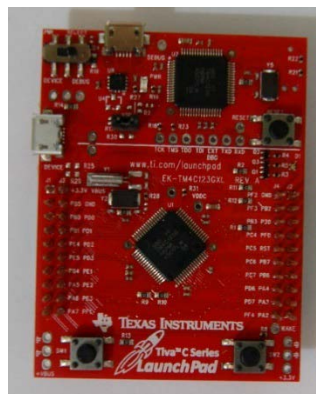


Figura 4.2.- Placa Tiva C Series TM4C123G utilizada en el calorímetro.

El primer motivo para escoger la placa de Texas Instruments es el motivo económico, ya que un modelo de características similares de Arduino es bastante más caro, \$55.56 frente a \$12.99.

Si se comparan las características técnicas y las posibilidades de desarrollo que ofrece cada plataforma con placas de coste similar (Arduino Uno V3 y EK-TM4C123GLX de T.I.), se puede comprobar que utilizar la plataforma de Texas Instruments en vez de la plataforma Arduino presenta ventajas y desventajas, aunque las ventajas superan con creces a las desventajas.

Las ventajas de utilizar la plataforma de T.I. frente a Arduino son:

- El procesador es mucho más potente (80 MHz frente a 16 MHz),
- Tiene muchos más pines de entrada y salida (en la placa de T.I. hay 40 pines y más periféricos),
- Tiene más capacidad de proceso que Arduino, que el conversor A/D tiene 12 bits, frente a los 10 bits de Arduino.
- Trae incorporado un módulo de on-board emulation que permite depurar las rutinas sin necesidad de herramientas adicionales,
- Gracias al nuevo entorno de programación de T.I., Energía, ha solucionado probablemente la mayor desventaja que tenía antes y que era la causa para que Arduino fuera más elegido. Anteriormente, T.I. sólo se podía programar mediante Code Composer Studio y éste utilizaba lenguaje C mucho más complicado lo que hacía muy difícil para el usuario hacer códigos de programación. Ahora, con el entorno Energía, que está basado en un lenguaje de programación C, y que es compatible con el IDE de Arduino, se puede programar aplicaciones con un nivel de dificultad similar al de Arduino (ya que las librerías de Arduino sirven casi siempre).

Las desventajas de utilizar la plataforma T.I. frente a Arduino son:

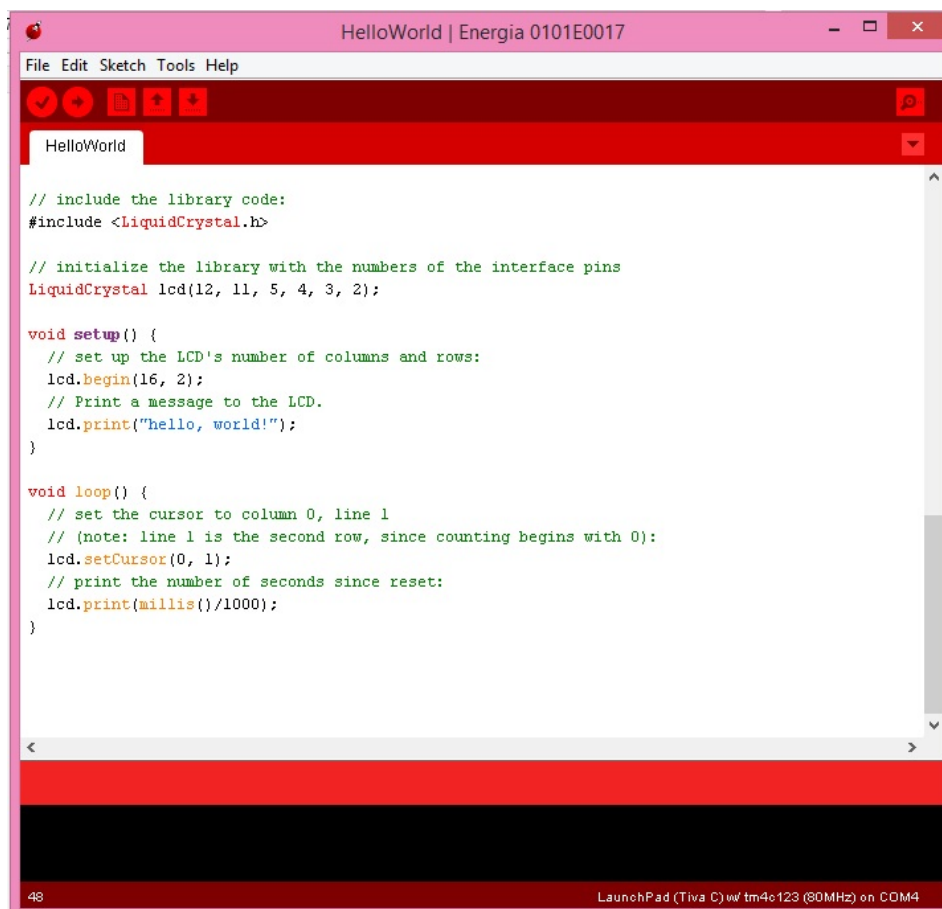
- De la plataforma de T.I. apenas hay información, no hay muchos tutoriales, foros, páginas web y hay pocas librerías creadas específicamente para implementarlas en esta placa (aunque cada vez hay más), mientras que es muy fácil encontrar información acerca de Arduino, con muchas librerías creadas para implementarlas en aplicaciones desarrolladas por Arduino.

4.2.- Elección del entorno de programación utilizado

Se han utilizado dos lenguajes de programación para el desarrollo del calorímetro. Energía es un entorno de desarrollo que controla la placa de Texas Instruments y que nos permite obtener los datos que proporciona el sensor. Processing es un entorno de desarrollo en Java y que se utilizó para obtener una gráfica a tiempo real de temperatura frente a tiempo y para exportar los datos de temperatura y tiempo a un archivo .txt, y que el usuario pueda tener acceso posteriormente.

4.2.1.- Energía

Energía es un entorno desarrollado por una comunidad de usuarios en código abierto y que es similar al IDE de Arduino. Este entorno permite programar de manera sencilla y rápida aplicaciones con el hardware de T.I., de manera equivalente a como se hace con Arduino. Está basado en un lenguaje de programación C, aspecto que facilita mucho el aprendizaje para los usuarios que se inician en microcontroladores, o que ya tienen una cierta experiencia con Arduino. Además, Energía es un software gratuito y completamente abierto.



```
File Edit Sketch Tools Help
HelloWorld
// include the library code:
#include <LiquidCrystal.h>

// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("hello, world!");
}

void loop() {
  // set the cursor to column 0, line 1
  // (note: line 1 is the second row, since counting begins with 0):
  lcd.setCursor(0, 1);
  // print the number of seconds since reset:
  lcd.print(millis()/1000);
}

48 LaunchPad (Tiva C) w/ tm4c123 (80MHz) on COM4
```

Figura 4.3.- Entorno Energía (ejemplo de programa “Hello, Word”).

El entorno de programación clásico de T.I. es Code Composer Studio, el cual maneja C pero de una forma mucho más complicada. Este entorno permite aprovechar mejor los recursos de los que disponemos. Sin embargo, se ha elegido el entorno Energía por los siguientes motivos:

- El lenguaje de Code Composer Studio es de una dificultad demasiado alta para los alumnos de instituto.
- Este proyecto no necesita un lenguaje de programación tan elevado y desarrollarlo con el lenguaje utilizado por Energía es más que suficiente. Además, el lenguaje C es el lenguaje ideal para empezar y para aprender a programar. Y, aunque hoy en día la programación está orientada a objetos, clases y componentes, y C++ puede ser mucho más útil que C, todavía sigue siendo necesario estudiar C para aprender C++. Por estas razones, se ha considerado que aprender C durante la E.S.O y sobre todo en Bachillerato mejorará sustancialmente la empleabilidad futura del alumnado.
- Energía usa la misma interfaz de programación y el mismo lenguaje de programación que el IDE de Arduino, de modo que este proyecto es trasladable directamente a otros entornos de desarrollo, haciendo que sea un proyecto mucho más abierto y que cualquier alumno puede mejorarlo. De este modo, los alumnos pueden comprobar por sí mismos que las cosas se pueden construir de diferentes maneras, empleando materiales muy distintos, desarrollándolas de maneras muy diferentes, con un precio muy diverso y funcionando con un rendimiento muy similar. Es decir, que se puede alcanzar un mismo objetivo, utilizando metodologías, estrategias y recursos totalmente dispares.
- No hace falta instalar ningún programa (salvo los drivers necesarios). Únicamente basta con tener el fichero ejecutable y los distintos paquetes necesarios (bibliotecas,...) en una carpeta.

4.2.2.- Processing

Processing es un lenguaje de programación que ha sido promovido dentro del área de artes visuales por su funcionalidad. Es “un dialecto” de Java específicamente diseñado para el desarrollo de arte gráfico, animaciones y aplicaciones gráficas de todo tipo. Fue desarrollado a partir del 2001 en el MIT por Casey Reas y Ben Fry.

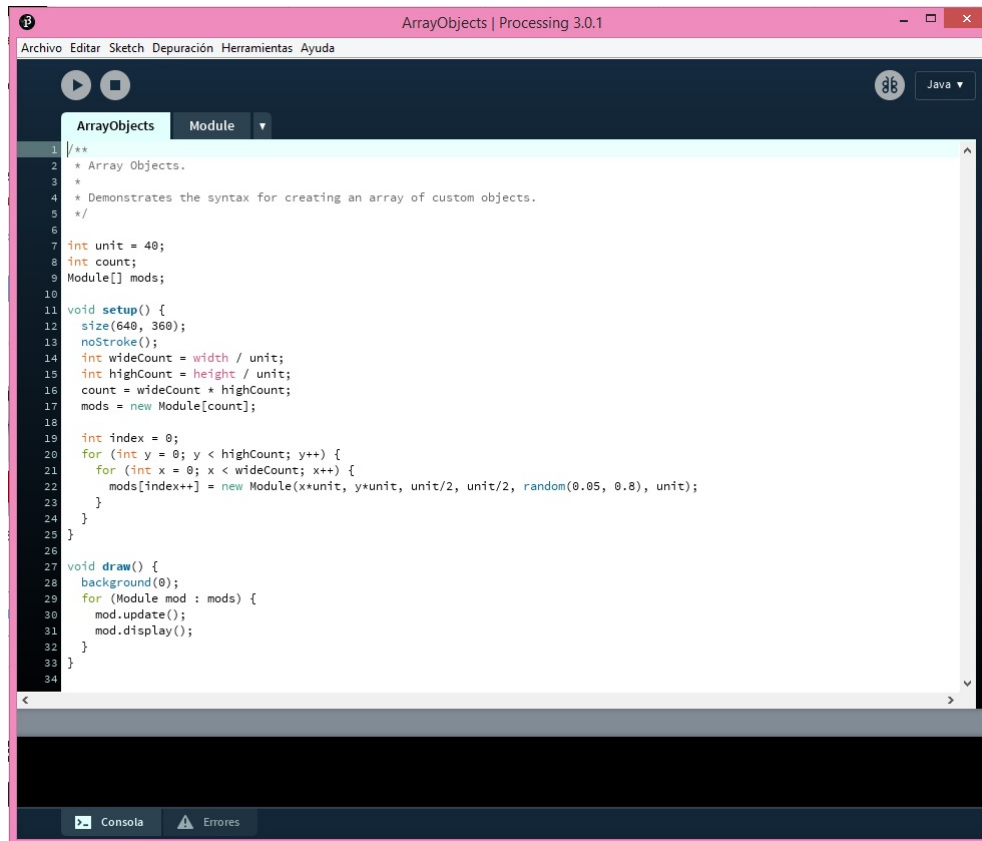


Figura 4.4.- Entorno Processing (ejemplo de programa que dibuja una matriz de puntos que se mueve).

Las ventajas de usar este entorno de programación son varias:

- El lenguaje es muy sencillo e ideal para los usuarios no experimentados. Este lenguaje aporta los fundamentos necesarios para que los alumnos comiencen a comprender el lenguaje orientado a objetos.
- Dispone de su propio IDE de desarrollo.
- Es muy potente.
- El software es libre y está disponible en las plataformas donde Java está disponible (Mac OS, Linux, Windows, etc.).
- Permite tres formas de programar: básica, procedural/estructurada y orientada a objetos.
- Genera aplicaciones listas para ser ejecutadas en las cuatro principales plataformas: Mac Os, Linux, Windows y Android.
- Las aplicaciones Processing también pueden generarse para su ejecución en internet (como un applet de Java).
- Es posible desarrollar las aplicaciones para dispositivos móviles.
- Se puede conectar con dispositivos y prototipos electrónicos tipo Arduino, Tiva de T.I. y Wiring.

Sus características principales son:

- Tiene un factor de escala lineal de +10 mV/°C.
- 0.5 °C de precisión a +25 °C.
- Trabaja desde -55 °C hasta +150 °C (aunque para temperaturas negativas se necesitan componentes externos).
- Bajo coste (alrededor de \$1).
- Alimentación desde 4V hasta 30V.
- Menos de 60µA de consumo.
- Bajo autocalentamiento.
- Baja impedancia de salida.

Tiene las siguientes ventajas de uso:

- La salida es lineal +10 mV/°C, por lo que su uso es muy sencillo.
- Es muy barato y muy fácil de encontrar en cualquier tienda de aparatos electrónicos.
- Y no requiere de componentes externos si las temperaturas son positivas (>0°C).
- Hay varios encapsulados diferentes.

Sin embargo, el sensor LM35 tiene algunos inconvenientes:

- Tiene algo de ruido.
- Suele tener un error de ordenada en el origen destacable, aunque con el calibrado se corrige.
- Pensamos que para algunas medidas podría ser grande e interferir en el flujo del calor del sistema.

Por lo que si no se quieren unas medidas muy precisas, vamos a trabajar con sistemas bastante estables, o simplemente vamos a trabajar con líquidos que puedan dañar a la larga el sensor, este señor es una buena opción, ya que al ser barato se puede reponer fácilmente.

4.3.2.- Sensor LM94022

Al pensar que el sensor LM35 podía ser un poco grande, se propuso como posible solución el sensor LM94022 de Texas Instruments. El modelo utilizado en este calorímetro es el LM94022BIMG/NOPB.

Sus características principales son las siguientes:

- Su respuesta no es lineal, si no que sigue una ecuación de segundo grado. En la hoja de especificaciones se ofrece la función $V = V(T)$. Sin embargo, para poder utilizarlo como “termómetro” se necesita la función $T = T(V)$, y a partir del voltaje obtenido calcular la temperatura medida. En la hoja de especificaciones viene una tabla voltaje-temperatura, con la cual se hizo un ajuste con la ayuda del complemento de *Excel*, *Solver*, y se halló la ecuación $T = T(V)$:

$$T = -1.707V(V)^2 - 66.133V(V) + 185.947 \quad (4.1)$$

Este ajuste presenta una desviación estándar de 0.13°C.

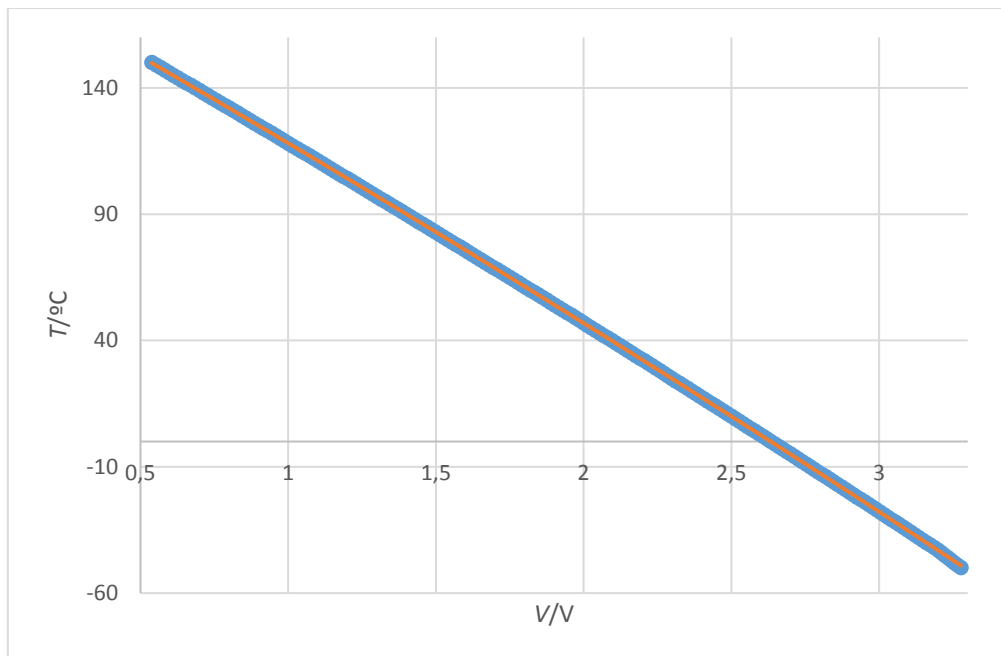


Figura 4.6.- Gráfica $T = T(V)$ de los datos experimentales de la hoja de especificaciones del sensor LM94022 y su correspondiente ajuste.

- Tiene una precisión de 1.5°C a +25°C.
- Garantizan esa precisión en el intervalo de trabajo (-50, 150) °C, sin necesidad de componentes externos para temperaturas negativas.
- Bajo coste (alrededor de \$1).
- Alimentación desde -0.3 a 6V.
- Menos de 5.4µA de consumo.
- Muy bajo autocalentamiento
- Baja impedancia de salida.
- Sus medidas son aproximadamente: (2.4 x 2.4 x 1.1) mm (incluyendo las patillas).

Utilizar este sensor tiene las siguientes ventajas:

- Al ser más pequeño el sensor, interfiere menos en el sistema que se pretende medir
- Es muy barato
- Y no requiere de componentes externos.
- Tiene una alta precisión, ya que el error en la precisión se debe mayoritariamente a un error en la ordenada en el origen (que es bastante grande), pero que se soluciona con un calibrado.

Las desventajas de utilizar este sensor son las siguientes:

- Al ser tan pequeño, es bastante complicado de soldar, por lo que para los que no tengan bastante práctica soldando será complicado conseguir soldarlo.

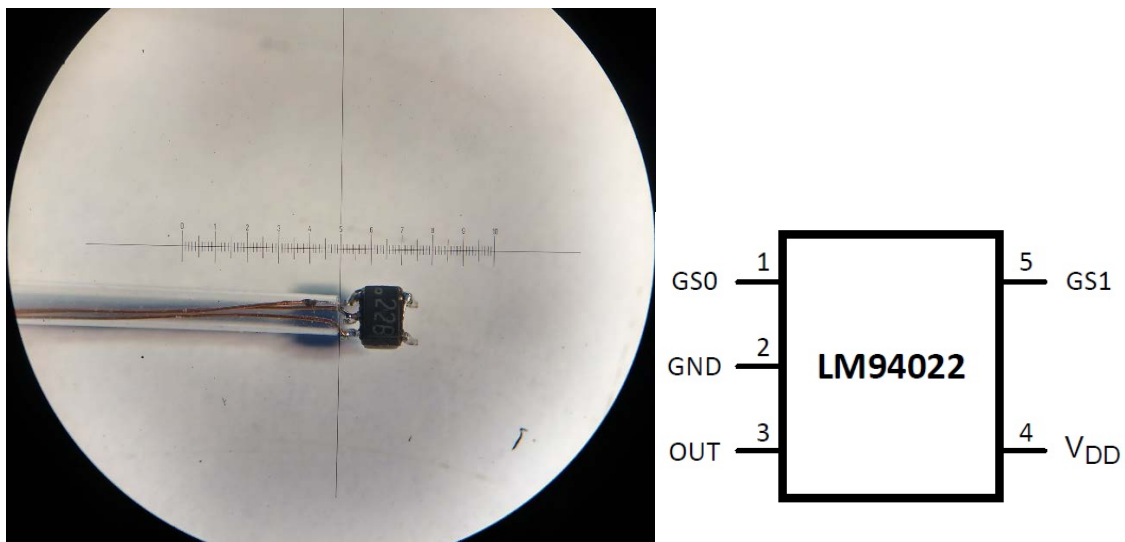
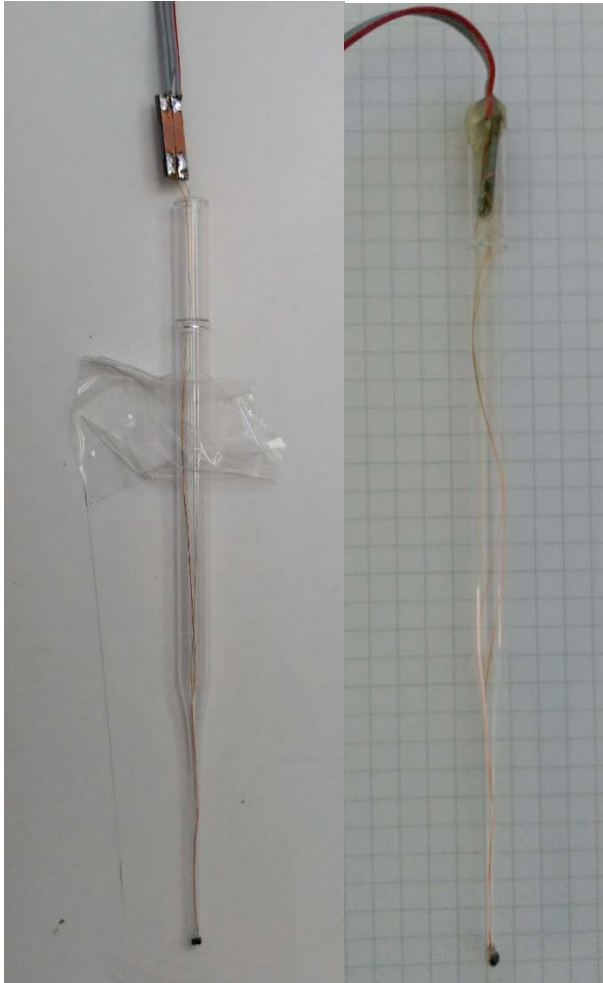


Figura 4.7.- Sensor con las correspondientes soldaduras (donde las divisiones numeradas son mm) a la izquierda y descripción de las patillas a la derecha. Nosotros escogimos la configuración donde GS0 y GS1 van en alta.

- La salida no es lineal, sino que sigue una ecuación de segundo grado. A partir de los resultados experimentales que se ofrecen en la hoja de especificaciones hay que hacer el ajuste para tener el comportamiento del sensor.
- Suele tener un error de ordenada en el origen destacable, aunque con el calibrado se corrige.



Al ser tan pequeño, para poder manipularlo mejor se introdujeron los cables soldados al sensor en un capilar. Estos cables se soldaron a un circuito impreso de doble cara y en éste se soldó cable plano. Para evitar que los líquidos estropearan el sensor se selló el sensor al capilar con termofusible, se cortó el circuito impreso para que cupiese en el capilar y se selló también con termofusible el capilar por arriba.

Figura 4.8.- Sensor LM94022 con los cables soldados que pasan por el capilar, están soldados al circuito impreso y en el circuito está soldado cable plano (izquierda). Dispositivo sellado con termofusible.

4.3.3.- Comparativa de los dos sensores

Los dos sensores tienen características más o menos similares, sin embargo, dependiendo de la situación del experimento se elegirá uno u otro.

- Elección del sensor LM35:
 - Si la temperatura que se va a medir es $>0^{\circ}\text{C}$.
 - Si el que va a construir el aparato no sabe soldar bien.
 - Si no se necesitan medidas muy precisas y se necesita que el termómetro sea robusto y que no se rompa fácilmente.
- Elección del sensor LM94022:
 - Si el rango de temperaturas que se va a medir incluye valores negativos.
 - Si se necesitan medidas precisas y no importa que la construcción sea algo más complicada.
 - Si en la medida del experimento interfiere el tamaño del sensor a utilizar.

4.4.- Pantalla LCD

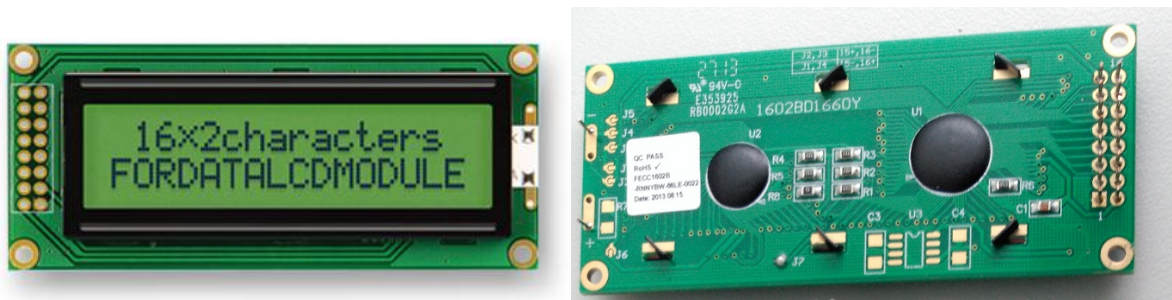


Figura 4.9.- Pantalla LCD FORDATA FECC1602B-RNNYBW-16LE. Por delante (izquierda) y por detrás (derecha).

Para poder visualizar la temperatura rápidamente, para los casos en lo que no hiciera falta usar un ordenador se implementó al sistema una pantalla LCD. El modelo utilizado fue un LCD del fabricante FORDATA con la referencia FECC1602B-RNNYBW-16LE. Se conectó un potenciómetro al LCD para controlar el contraste de los caracteres en el LCD.

Sus características son las siguientes:

- Tiene 2 líneas con 16 caracteres (2x16).
- Tiene caracteres negros sobre fondo amarillo-verde.
- Su montaje es sencillo.
- 3 V de alimentación.
- Su precio es relativamente barato, 16.22 €/\$18.44.

5.- CONSTRUCCIÓN DEL EQUIPO DE MEDIDA Y DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS NECESARIOS PARA SU FUNCIONAMIENTO

Una vez elegidos los componentes el siguiente paso es la construcción del equipo de medida y el desarrollo del software necesario para manipularlo.

5.1.- Construcción del equipo de medida

Para poder utilizar el Tiva de una forma cómoda se realizó el siguiente montaje. Para conectar el Tiva con los sensores y con el LCD se utilizó una placa de circuito impreso en el que se realizaron diferentes soldaduras. Y para poder utilizarlo como calorímetro se diseñó un recipiente de aislamiento y un sistema calefactor que se explicarán en los dos últimos apartados.

5.1.1.- Conexión Tiva-Sensores

Para poder hacer medidas con dos sensores a la vez, se habilitaron dos patas del Tiva como salidas de datos más la alimentación y la tierra. Estas patillas utilizadas son la PD0 y la PD1. Para que quedara todo más compacto se soldaron al circuito impreso dos filas de conectores donde se introducirían las patillas internas del Tiva, como se puede observar en la figura 5.1.

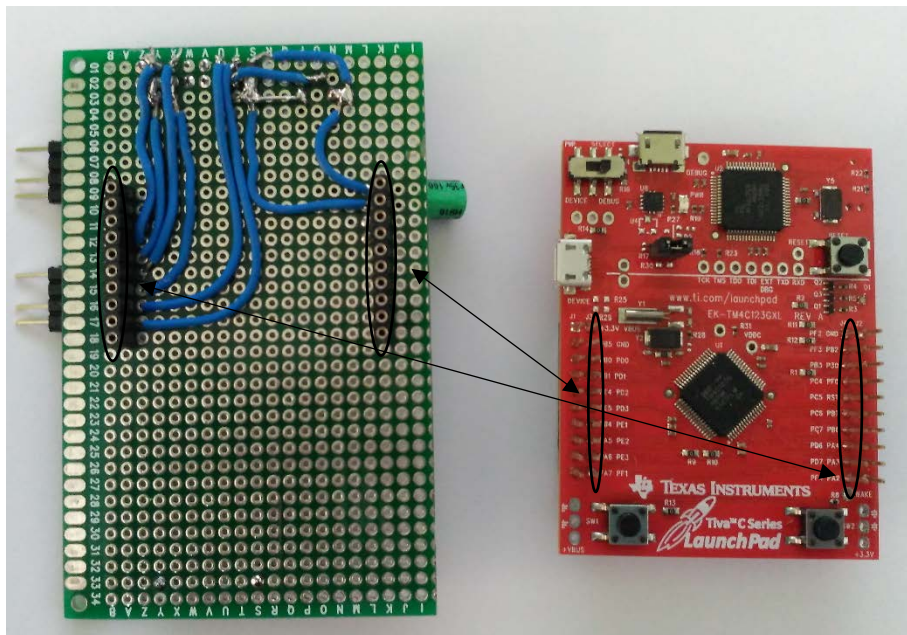


Figura 5.1.- Conexión del Tiva con la placa de circuito impreso.

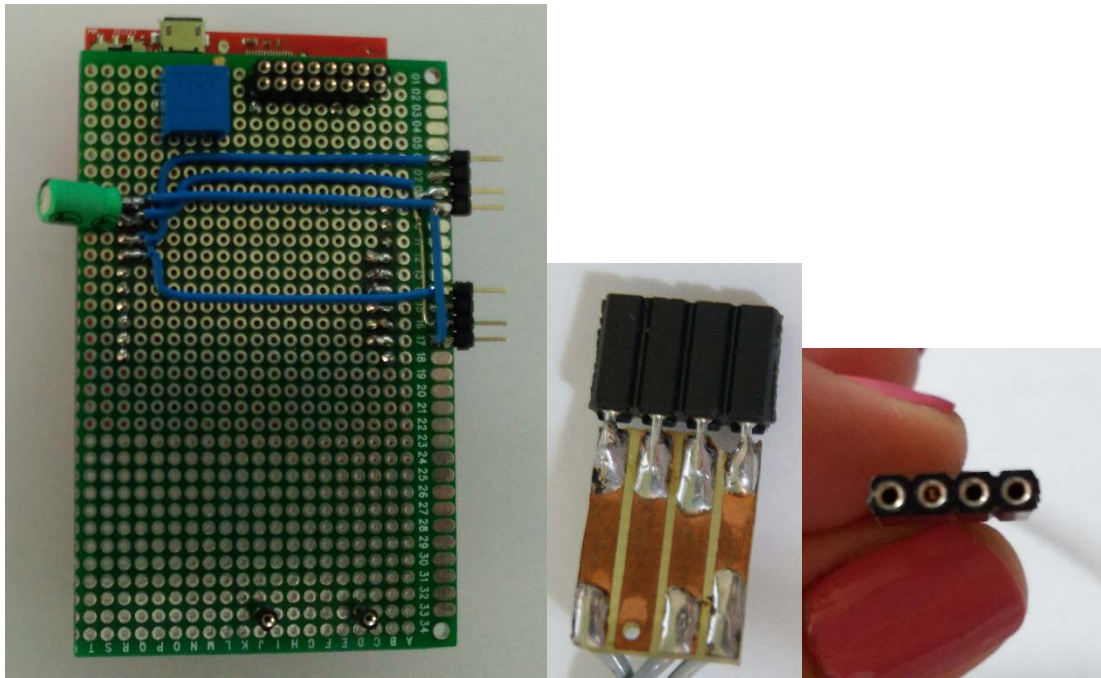


Figura 5.2.- Conexión del Tiva con los sensores. Izquierda: Conexión de los conectores del Tiva con los conectores para los sensores. Centro: Adaptador para conectar los sensores. Derecha: Sellado de una de las patillas de la conexión.

Se soldó un condensador de $100\mu\text{F}$ de capacidad entre la tierra y la alimentación para evitar ruidos en la señal. Para conectar los sensores de una forma sencilla se utilizaron seis conectores, tres para cada sensor. Los cables planos de los sensores se conectaron a un circuito impreso y éste a su vez a unos conectores, como se puede observar en la fotografía del centro de la Figura 5.2. Uno de los conectores se selló para que sólo se pudiera conectar en una posición y evitar que se fundieran los sensores al conectarlos (fotografía de la derecha de la Figura 5.2).

Los seis conectores del circuito integrado se soldaron con las patillas que corresponden a tierra, a voltaje y a PD0 y PD1, como se puede ver en la fotografía de la izquierda de la Figura 5.2.

5.1.2.- Conexión Tiva-LCD

Para que en el lector LCD aparezcan las medidas de los sensores se deben habilitar otras patillas de salida de datos del Tiva al LCD: PC4, PC5, PC6, PC7, PD6 y PD7 (Figura 5.3).

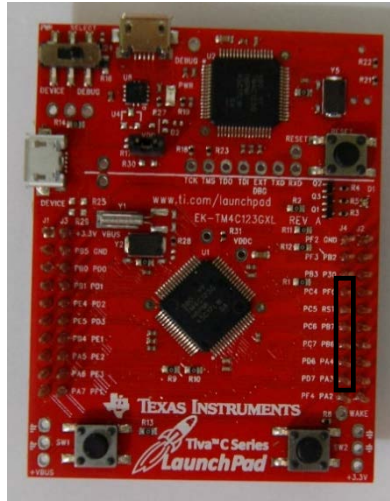


Figura 5.3.- Patillas del Tiva para la salida de datos hacia el LCD.

Para controlar el contraste del LCD se añadió un potenciómetro, el cual se soldó en la placa integrada y se conectó con el LCD (se puede observar en la Figura 5.2). A parte de todas las patillas mencionadas se deben de utilizar también las de alimentación y tierra del Tiva al LCD.

Para que quedara todo más compacto, como en el caso anterior, se soldaron dos fila de conectores (en la cara opuesta de los que conectan con el Tiva), y dos en el lado opuesto de sujeción. Además se soldaron al LCD pequeños cables, que se cortaron a modo de “pinchos” para que conectaran con los conectores de la placa integrada (Figura 5.4). Esta distribución permitió unir con pequeños cables las conexiones que se tenían que hacer entre el Tiva y el LCD y que quedara todo el sistema de forma compacta.

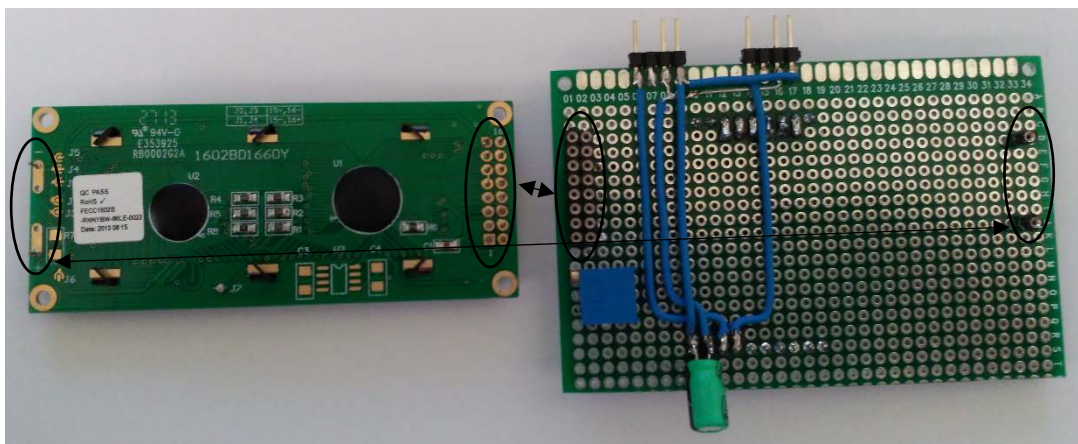


Figura 5.4.- Conexión entre la placa integrada y el LCD.

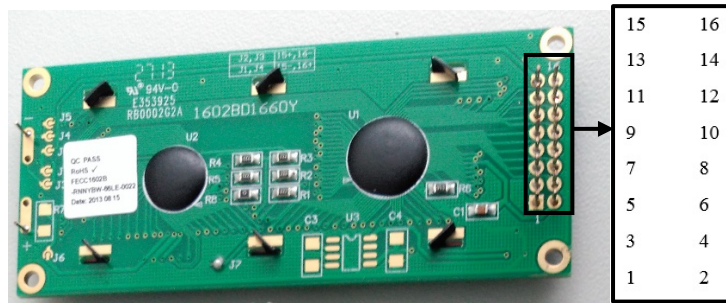


Figura 5.5.- Patillaje LCD.

Teniendo en cuenta el patillaje del LCD de la Figura 5.5, se hicieron las siguientes conexiones:

Patilla LCD	Patilla Tiva	Patilla LCD	Patilla Tiva
15	No conectado	16	No conectado
13	PC5	14	PC4
11	PC7	12	PC6
9	No conectado	10	No conectado
7	No conectado	8	No conectado
5	Tierra	6	PD6
3	Potenciómetro	4	PD7
1	Tierra	2	Vcc

Tabla 5.1.- Patillaje conexión Tiva con LCD.

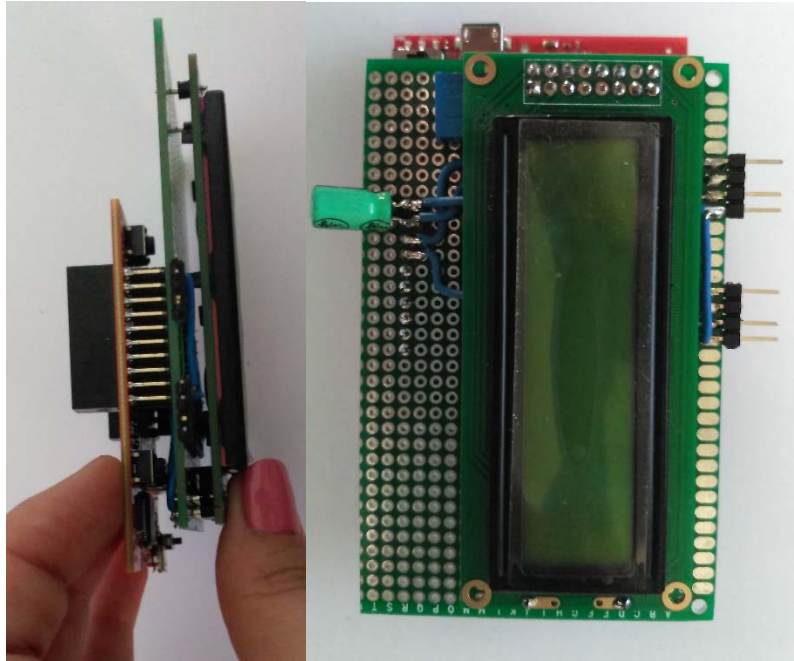


Figura 5.6.- Resultado final de la conexión Tiva-circuito integrado-LCD.

Si se unen el Tiva, la placa de circuito integrado con las conexiones y la pantalla LCD (Figura 5.6), no se amplía mucho el tamaño del dispositivo y se simplifican mucho los experimentos.

5.1.3.- Aislamiento del calorímetro

Con el sistema de obtención de datos de temperatura construido, se planteó la problemática de qué recipiente utilizar y de qué aislamiento sería el adecuado para que no se disipara la temperatura demasiado.

En cuanto al recipiente, pensamos en varios: vaso de plástico, lata de refresco,... Pero todos eran demasiado grandes para el cometido de reducir el tamaño del calorímetro para reducir el tiempo de respuesta del mismo. Por esta razón se pensó en utilizar un tubo de ensayo como recipiente del calorímetro, como el que se puede observar en la Figura 5.7.



Figura 5.7.- Tubo de ensayo utilizado como recipiente del calorímetro

Para aislar el calorímetro se utilizó una espuma rígida aislante que se cortó de tal forma que cupiera el tubo de ensayo (Figuras 5.8 y 5.9).



Figura 5.8.- Sistema de aislamiento: alzado (izquierda), perfil (centro) y planta (derecha).

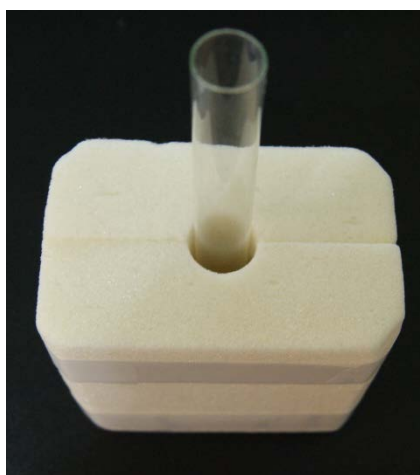


Figura 5.9.- Sistema de aislamiento con el tubo de ensayo insertado.

Se podrían utilizar otros tipos de aislamientos que serían también eficaces, como utilizar espuma autoexpansiva entorno al tubo de ensayo.

5.1.4.- Sistema calefactor calorímetro

Primero se pensó en utilizar un bobinado resistivo en torno al tubo de ensayo, pero tras hacer varias pruebas se descartó esta opción debido a que tardaba mucho en homogeneizarse la temperatura en todo el líquido utilizado en las medidas y había que agitar mucho el calorímetro. Esto hacía que las medidas tuviesen más error.

Para evitar esta situación, se pensó en introducir directamente una resistencia en el líquido a medir. Se utilizaron dos resistencias de 4.7Ω dispuestas en serie (Figura 5.10), con lo que se obtiene una resistencia total de 9.8Ω . Con ese sistema de calefacción se consiguió una mejor homogeneización de la temperatura en todo el líquido una respuesta más rápida de calefacción.



Figura 5.10.- Sistema de calefacción del calorímetro.

5.2.- Desarrollo del código de los programas que manipulan el calorímetro

Como se ha ido comentado anteriormente se han realizado dos programas:

- **Termo.ino:** Es un programa realizado en Energía que permite que el TIVA transmita los valores de temperatura por el puerto serie del ordenador. Este programa detecta cuantos y qué tipo de sensores y en qué pines del TIVA están conectados. Además, calcula la temperatura con las funciones de cada sensor y pasa estos valores por el puerto serie. En la Figura 5.11 se puede ver una estructura resumida del funcionamiento de este programa. Para más información, en el ANEXO 2 está el código completo del mismo.
- **Grafica.pde:** Es un programa realizado en Processing que grafica los valores de temperatura generados por el TIVA que pasan a través del puerto serie. Este programa representa en tiempo real estos valores y permite al usuario ajustar la gráfica en la pantalla (presionando el botón AJUSTAR) y guardar los datos en un archivo .txt (presionando el botón MEDIR). En la Figura 5.12 se puede ver una estructura resumida del funcionamiento de este programa. Para más información, en el ANEXO 3 está el código completo del mismo.

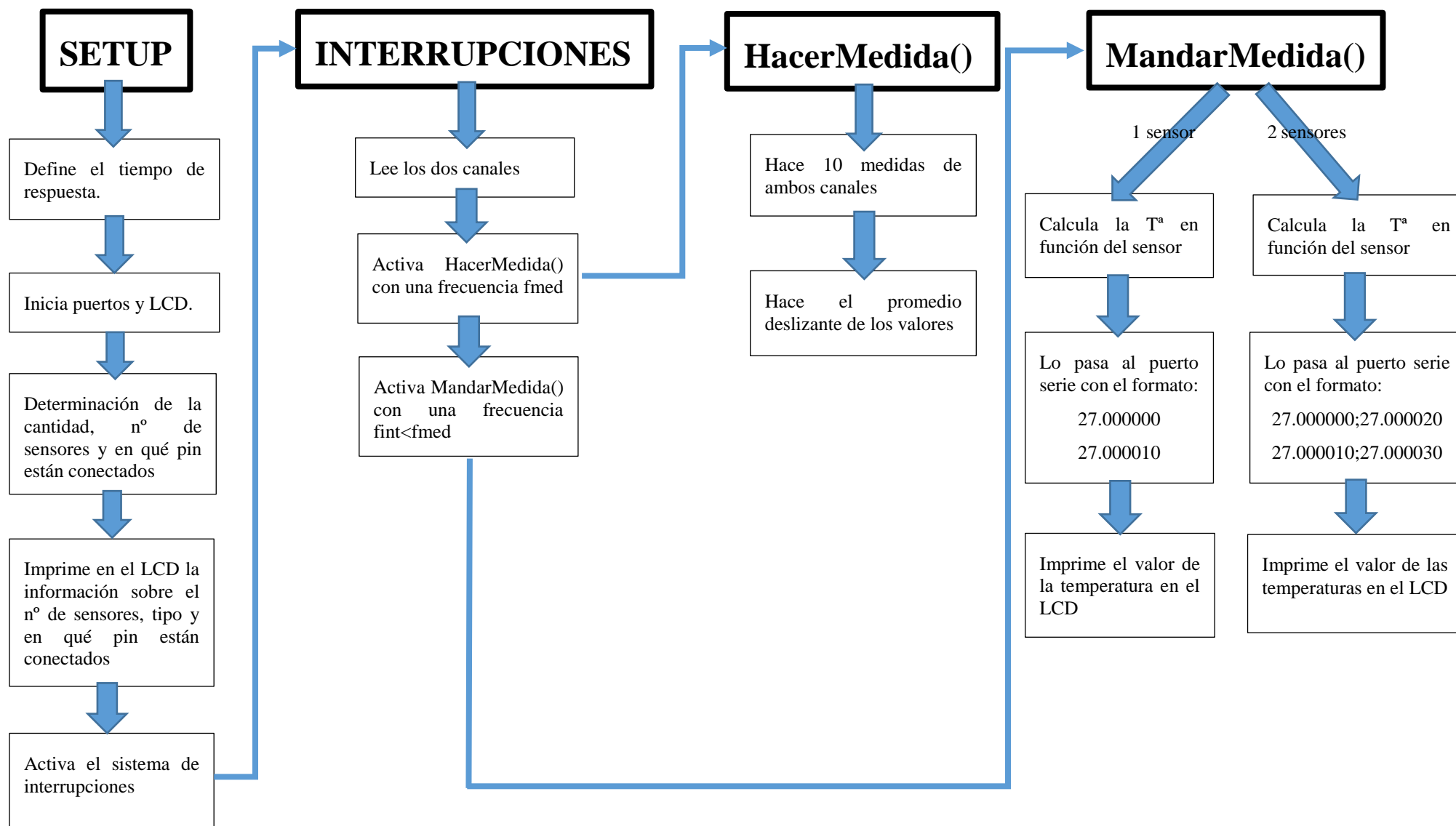


Figura 5.11.- Estructura del programa Termo.ino

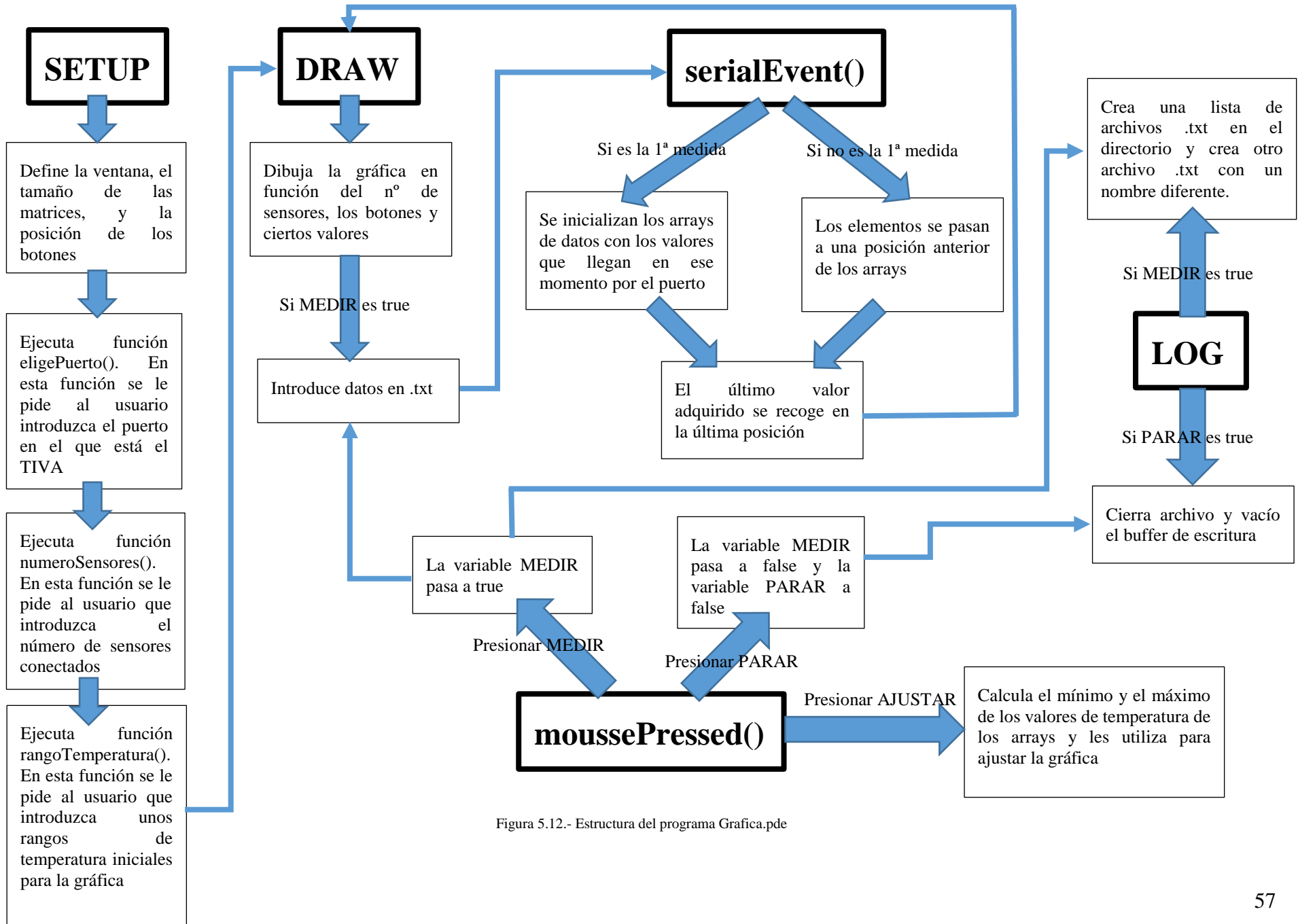


Figura 5.12.- Estructura del programa Grafica.pde

6.- UTILIZACIÓN DEL CALORÍMETRO EN PRÁCTICAS DE INSTITUTO

6.1.- Obtención del equivalente en agua del calorímetro

Una de las primeras prácticas (debido a que es necesaria para realizar el resto) que se debe hacer con un calorímetro es medir el equivalente en agua del calorímetro.

6.1.1.- Material necesario

- Calorímetro (ordenador + sistema de registro de datos + sensor + tubo de ensayo con aislamiento + resistencia calefactora).
- Báscula de precisión (Figura 6.1).
- Fuente de alimentación (para conectar la resistencia calefactora) (Figura 6.1)
- Cronómetro.
- Agua destilada.



Figura 6.1.- Balanza de precisión (izquierda) y fuente de alimentación (derecha) utilizadas.

6.1.2.-Procedimiento

1. Se tara la báscula de precisión con el recipiente calefactor y el tubo de ensayo dentro de la báscula.
2. Se introduce en el tubo de ensayo una cantidad de agua destilada. Tiene que ser suficiente para que tape la resistencia calefactora y no demasiado para que la transferencia de calor sea más rápida.
3. Se pesa la cantidad de agua destilada introducida.
4. Se conecta la resistencia calefactora a la fuente de alimentación sin encenderla y se introduce la resistencia en el tubo de ensayo de tal forma que la cubra el agua destilada.

5. Se introduce el sensor de temperatura en el agua, de tal forma que no toque directamente a la resistencia calefactora.
6. Se conecta el Tiva al ordenador y se ejecuta el programa que recoge los datos de temperatura del sensor en Energía, si no estuviese ya introducido en el Tiva.
7. Se ejecuta el programa que dibuja la gráfica Temperatura-Tiempo en Processing y se siguen las instrucciones del mismo.
8. Cuando se esté preparado para el experimento se presiona el botón MEDIR del programa y éste comenzará a guardar datos en un fichero .txt.
9. Instantes después se conecta la fuente y se acciona el cronómetro.
10. Unos segundos más tarde se desconecta la fuente y se anotan los valores de intensidad y voltaje de la fuente y del tiempo en el que ha estado conectada la fuente.
11. Se agita el calorímetro. La temperatura subirá debido al calor proporcionado por la resistencia calefactora.
12. En el momento que se estabilice la temperatura se presiona el botón PARAR y programa dejará de escribir datos en el fichero .txt y cerrará el archivo.

6.1.3.- Fundamento teórico

La potencia suministrada por la resistencia viene dada por el valor de la propia resistencia y la intensidad proporcionada por la fuente de alimentación:

$$P = RI^2 \quad (6.1)$$

El calor cedido por la resistencia será igual al absorbido por el calorímetro en módulo:

$$Q_{cedido} = -Q_{absorbido} \quad (6.2)$$

El calor cedido será la potencia suministrada por la resistencia multiplicada por el tiempo en el que ésta está conectada:

$$Q_{cedido} = -Pt = -RI^2t \quad (6.3)$$

Y el calor absorbido por el calorímetro estará determinado por el equivalente en agua del calorímetro, la masa de agua que se haya introducido en él y la variación de temperatura que se ha producido:

$$Q_{\text{absorbido}} = C_{\text{sistema}}\Delta T \quad (6.4)$$

$$Q_{\text{absorbido}} = (C_{\text{calorímetro}} + m_{\text{agua}}c_{\text{agua}})\Delta T$$

$$Q_{\text{absorbido}} = (e_{\text{agua}} + m_{\text{agua}})c_{\text{agua}}\Delta T$$

Siendo $C_{\text{calorímetro}}$ la capacidad calorífica del calorímetro y e_{agua} la masa de agua equivalente del calorímetro

Sustituyendo las ecuaciones (6.3) y (6.4) en (6.2), se obtiene:

$$RI^2t = (C_{\text{calorímetro}} + m_{\text{agua}}c_{\text{agua}})\Delta T \quad (6.5)$$

Despejando la capacidad calorífica del calorímetro o la masa equivalente de agua del calorímetro en la ecuación (4.6) se obtiene la siguiente expresión:

$$C_{\text{calorímetro}} = RI^2 \frac{t}{\Delta T} - m_{\text{agua}}c_{\text{agua}} \quad (6.6)$$

$$e_{\text{agua}} = \frac{RI^2}{c_{\text{agua}}} \frac{t}{\Delta T} - m_{\text{agua}}$$

6.1.4.- Resultados experimentales

Si hicieron 10 experimentos obteniendo gráficas como las del tipo de la Figura 6.1, con diferentes masas de agua y diferentes tiempos en los que la resistencia suministraba calor.

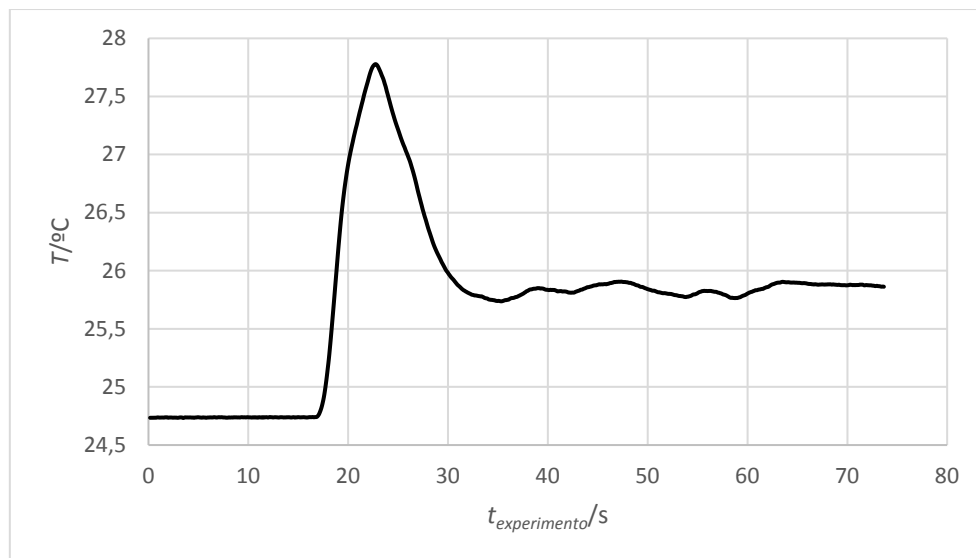


Figura 6.2.- Gráfica de la temperatura frente al tiempo para una masa de agua de 2.5951 g y un tiempo en el que se suministraba calor de 18.99 s

En la Figura 6.2 se puede observar que la duración de estos experimentos es muy corta, un minuto a lo sumo dos.

Para obtener los datos del incremento de temperatura, se ha realizado una regresión lineal de los datos estables antes del calentamiento y otra de los datos estables después del calentamiento, siendo el incremento de temperatura la diferencia de las coordenadas en el origen de ambas. De esta forma se evita el error cometido debido a que el sistema se estuviese calentando o enfriando debido a que el entorno estuviese más caliente o más frío, respectivamente. Esto evita que el alumno tenga que esperar a que la temperatura del agua sea estable antes de empezar el experimento.

Los resultados obtenidos para diferentes masas de agua y diferentes tiempos de aplicación del calor por la resistencia se describen en la Tabla 6.1.

$m_{\text{agua/g}}$	t/s	$\Delta T/K$	$C_{\text{calorímetro/(J/K)}}$	$e_{\text{agua/g}}$
1.7110	5.19	0.338	31.9490	7.6433
1.7110	10.04	0.649	32.1770	7.6979
2.5951	18.99	1.134	42.6920	7.6183
2.5951	20.25	1.207	31.9302	7.6388
3.6138	5.14	0.277	32.1411	7.6894
3.6138	14.64	0.795	31.8440	7.6182
3.6138	15.49	0.841	31.8510	7.6199
3.6138	20.28	1.099	31.9385	7.6408
4.7616	11.26	0.552	32.1105	7.6819
4.7616	13.23	0.650	31.9781	7.6503
MEDIA			31.9635	7.6421

Tabla 6.1.- Medidas experimentales obtenidas para la obtención del equivalente en agua del calorímetro.

6.1.5.- Conclusión

Se ha obtenido que el equivalente en agua del calorímetro es:

$$C_{\text{calorímetro}} = 31.9635 \text{ J/K}$$

$$e_{\text{agua}} = 7.6421\text{g}$$

6.2.- Medida del calor específico de un sólido

Otro de los experimentos que de forma sencilla se puede hacer con este calorímetro es la medida del calor específico de un sólido, en este caso una bola de acero.

6.2.1.- Material necesario

- Calorímetro (ordenador + sistema de registro de datos +sensor + tubo de ensayo con aislamiento + resistencia calefactora).
- Báscula de precisión.
- Fuente de alimentación.
- Cronómetro.
- Agua destilada.
- Cuerpo problema (bola de acero) (Figura 6.3).



Figura 6.3.- Cuerpo problema.

6.2.2.- Procedimiento

1. Se introduce en el tubo de ensayo una cantidad de agua destilada. Tiene que ser suficiente para que tape la resistencia calefactora y no demasiado para que la transferencia de calor sea más rápida.
2. Se conecta la resistencia calefactora a la fuente de alimentación sin encenderla y se introduce la resistencia en el tubo de ensayo de tal forma que la cubra el agua destilada.
3. Se introduce el sensor de temperatura en el agua, de tal forma que no toque directamente a la resistencia calefactora.

4. Se conecta el Tiva al ordenador y se ejecuta el programa que recoge los datos de temperatura del sensor en Energía, si no estuviese ya introducido en el Tiva.
5. Se ejecuta el programa que dibuja la gráfica Temperatura-Tiempo en Processing y se siguen las instrucciones del mismo.
6. Cuando se esté preparado para el experimento se presiona el botón MEDIR del programa y éste comenzará a guardar datos en un fichero .txt.
7. Instantes después se conecta la fuente y se acciona el cronómetro.
8. Unos segundos más tarde se desconecta la fuente y se anotan los valores de intensidad y voltaje de la fuente y del tiempo en el que ha estado conectada la fuente.
9. Se agita el calorímetro. La temperatura subirá debido al calor proporcionado por la resistencia calefactora.
10. En el momento que se estabilice la temperatura se presiona el botón PARAR y programa dejará de escribir datos en el fichero .txt y cerrará el archivo.
11. Se pesa el cuerpo problema con la balanza de precisión.
12. Se introduce el cuerpo problema en el tubo de ensayo con el agua con el que se ha realizado la medida anterior, con cuidado de no salpicar o romper el tubo de ensayo.
13. Se repiten los pasos del 2. al 10 con la cuerpo problema y el agua y utilizando los mismos valores de voltaje e intensidad.

6.2.3.- Fundamento teórico

Como ocurría en el experimento anterior, el calor cedido por la resistencia es igual al calor absorbido por el sistema en módulo (ecuación (6.2)).

En este experimento hay dos situaciones:

- En la primera toma de datos el sistema está formado por: calorímetro + agua.
- En la segunda toma de datos el sistema está formado por: calorímetro + agua + cuerpo problema.

Como la primera situación es semejante al experimento retratado en el punto 6.1 la expresión que lo rige es la dada por la ecuación (6.5). Reordenando los factores se obtiene:

$$C_{\text{calorímetro}} + m_{\text{agua}}c_{\text{agua}} = \frac{RI^2t_1}{\Delta T_1} \quad (6.7)$$

En la segunda parte del experimento el calor cedido por la resistencia calentará a todo el sistema, siendo este el calorímetro, el agua y el cuerpo problema:

$$RI^2t_2 = C_{sistema}\Delta T \quad (6.8)$$

$$C_{sistema} = C_{calorímetro} + m_{agua}c_{agua} + m_{cuerpo}c_{cuerpo}$$

Si se despeja el calor específico del cuerpo problema se obtiene:

$$c_{cuerpo} = \frac{1}{m_{cuerpo}} \left(\frac{RI^2t_2}{\Delta T_2} - (C_{calorímetro} + m_{agua}c_{agua}) \right) \quad (6.9)$$

Si sustituimos el valor de $(C_{calorímetro} + m_{agua}c_{agua})$ de la ecuación (6.7) en la ecuación (6.9), se obtiene que el valor del calor específico del cuerpo problema viene dado por la potencia suministrada por la resistencia, por los tiempos en los que se suministra esa potencia en cada situación, por el incremento de temperatura en cada situación y por la masa del mismo:

$$c_{cuerpo} = \frac{1}{m_{cuerpo}} \left(\frac{RI^2t_2}{\Delta T_2} - \frac{RI^2t_1}{\Delta T_1} \right) = \frac{RI^2}{m_{cuerpo}} \left(\frac{t_2}{\Delta T_2} - \frac{t_1}{\Delta T_1} \right) \quad (6.10)$$

Este experimento se podría realizar haciendo directamente la segunda parte del experimento, utilizando el equivalente en agua del calorímetro y pesando la masa de agua introducida en el tubo de ensayo. Pero de esta forma evitamos el posible error al medir el equivalente en agua.

6.2.4.- Resultados experimento

Para este experimento se utilizaron 5.02 V y 0.51 A en la fuente de alimentación. Además, la resistencia calefactora es de 9.8 Ω . Al pesarse la bola se obtuvo: $m_{bola} = 5.5325$ g.

Al realizar este experimento se obtuvieron las gráficas temperatura frente al tiempo de la Figura 6.4 para la medida sin el cuerpo problema (la resistencia estuvo generando calor durante 30.02 s) y los resultados de la Figura 6.5 para la medida con el cuerpo problema (la resistencia estuvo generando calor durante 19.45 s).

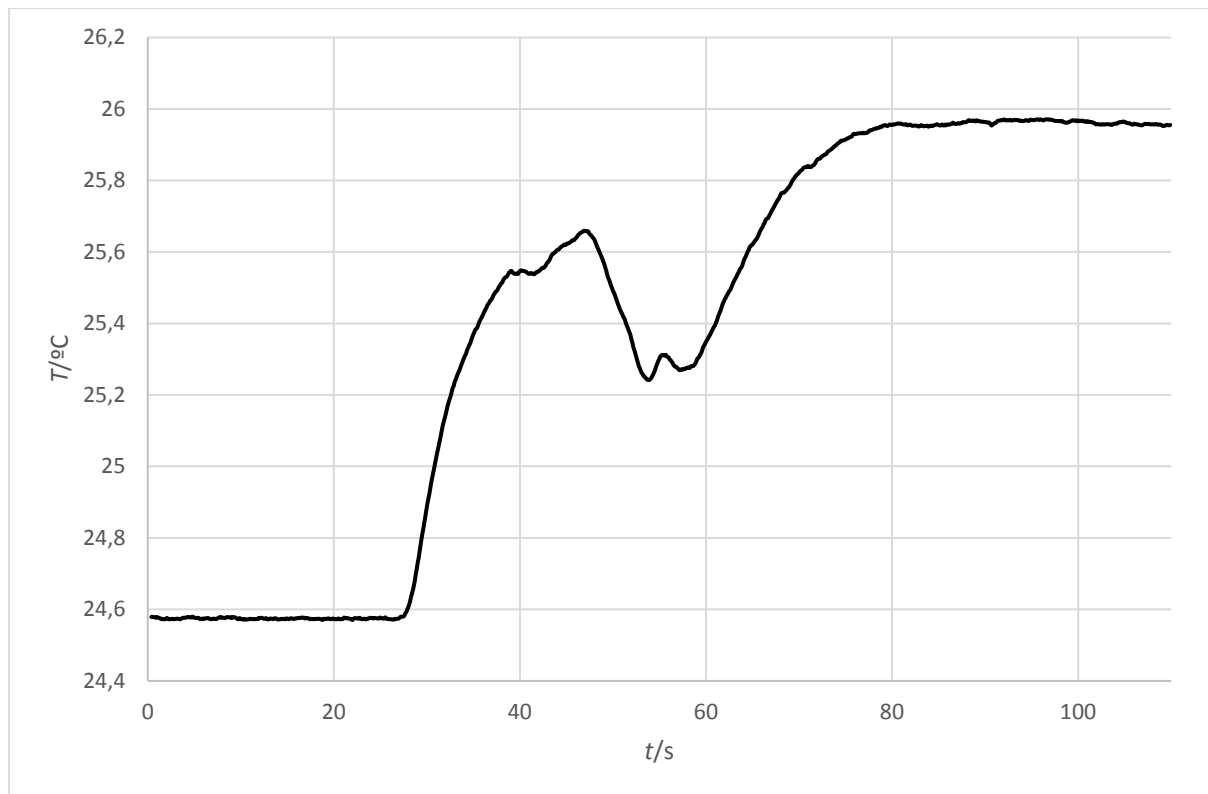


Figura 6.4.- Gráfico de la temperatura frente al tiempo para el sistema sin el cuerpo problema.

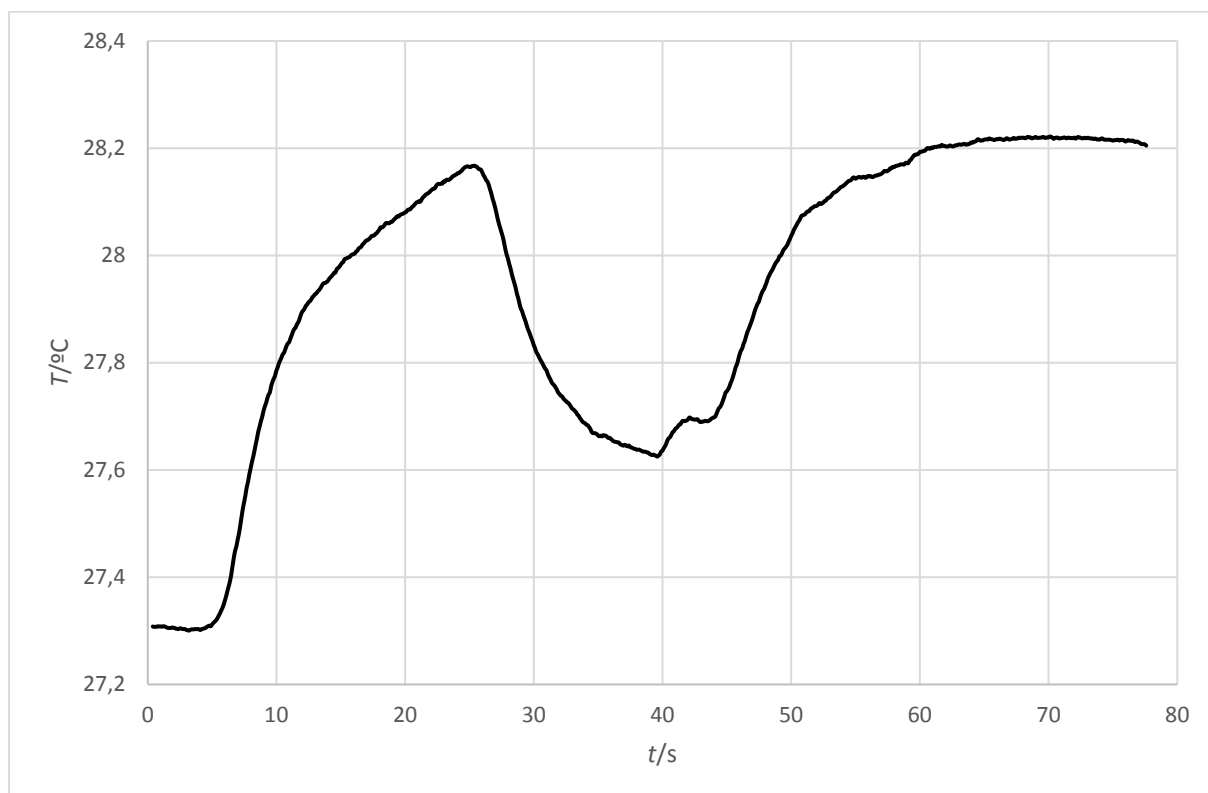


Figura 6.5.- Gráfico de la temperatura frente al tiempo para el sistema con el cuerpo problema.

En la Tabla 6.2 se pueden observar los valores obtenidos en el experimento:

	t/s	$T_i/^{\circ}C$	$T_f/^{\circ}C$	$\Delta T/K$
Sin cuerpo	30.02	24.58	25.97	1.39
Con cuerpo	19.45	27.33	28.20	0.87

Tabla 6.2.- Medidas experimentales para el experimento de la medida del calor específico de un sólido.

Sustituyendo estos valores en la ecuación (6.10) se obtiene el siguiente valor del calor específico del cuerpo problema:

$$c_{cuerpo} = 470 \text{ J/kgK}$$

6.2.5.- Conclusión

Se puede concluir que el material del que está hecho el cuerpo problema es de acero ya que el valor obtenido es muy similar al que se puede encontrar en la bibliografía [7], [8], [9], [10]:

$$c_{cuerpo} = 470 \text{ J/kgK}$$

$$c_{acero} = 460 \text{ J/kgK}$$

6.3.- Medida de la entalpía de disolución de dos compuestos

Un experimento que les puede resultar ilustrativo a los alumnos es la medida de la entalpía de disolución, con este experimento podrán comprobar cómo diluyendo ciertos compuestos en agua ésta se calienta o se enfría.

6.3.1.- Material necesario

- Parte del calorímetro (ordenador + sistema de registro de datos + sensor + tubo de ensayo con aislamiento).
- Báscula de precisión.
- Agua destilada.
- Compuestos (CaCl_2 y NH_4Cl) (Figura 6.6).
- Placas Petri (Figura 6.6).



Figura 6.6.- Compuestos (izquierda) y Placas Petri (derecha).

6.3.2.- Procedimiento

1. Se tara la báscula de precisión con el recipiente calefactor y el tubo de ensayo dentro de la báscula.
2. Se introduce en el tubo de ensayo una cantidad de agua destilada.
3. Se pesa la cantidad de agua destilada introducida.
4. Se tara la báscula de precisión con una placa Petri dentro.
5. Se pone un poco de compuesto en la placa Petri y se pesa
6. Se introduce el sensor de temperatura en el agua.
7. Se conecta el Tiva al ordenador y se ejecuta el programa que recoge los datos de temperatura del sensor en Energía, si no estuviese ya introducido en el Tiva.
8. Se ejecuta el programa que dibuja la gráfica Temperatura-Tiempo en Processing y se siguen las instrucciones del mismo.
9. Cuando se esté preparado para el experimento se presiona el botón MEDIR del programa y éste comenzará a guardar datos en un fichero .txt.
10. Se saca el sensor del tubo de ensayo, se introduce con una cucharilla el compuesto en el mismo (se puede hacer de varias veces) y se vuelve a introducir el sensor.
11. Se agita bastante hasta que el compuesto esté diluido.
12. Bajará o subirá la temperatura y en el momento que se estabilice la temperatura se presiona el botón PARAR y programa dejará de escribir datos en el fichero .txt y cerrará el archivo.

6.3.3.- Fundamento teórico

En este caso el calor cedido al sistema es el calor de disolución que se produce al realizar la mezcla del disolvente y el soluto, Q_{mezcla} . El calor absorbido por el sistema vendrá determinado por el calor que se absorbe en el calorímetro y el calor que se absorbe por la disolución, $Q_{disolución}$:

$$Q_{\text{absorbido}} = Q_{\text{disolución}} + Q_{\text{calorímetro}} \quad (6.11)$$

Como $Q_{\text{absorbido}} = -Q_{\text{cedido}}$,

$$Q_{\text{disolución}} + Q_{\text{calorímetro}} = -Q_{\text{mezcla}} \quad (6.12)$$

El calor absorbido por el calorímetro viene determinado por la masa equivalente de agua del calorímetro:

$$Q_{\text{calorímetro}} = e_{\text{agua}} c_{\text{agua}} \Delta T \quad (6.13)$$

Y el calor absorbido por la disolución viene determinado por la masa de la disolución y el calor específico de la misma, que al ser una disolución muy diluida se puede aproximar por el calor específico del agua:

$$Q_{\text{disolución}} \cong m_{\text{disolución}} c_{\text{agua}} \Delta T \quad (6.14)$$

Sustituyendo las ecuaciones (6.13) y (6.14) en la ecuación (6.12), se obtiene:

$$Q_{\text{mezcla}} \cong -(e_{\text{agua}} + m_{\text{disolución}}) c_{\text{agua}} \Delta T \quad (6.15)$$

Como Q_{mezcla} se está midiendo en condiciones de presión constante se puede considerar que la variación de entalpía cuando se produce la disolución es igual al calor de mezcla. Si se tienen en cuenta las unidades en las que se suele dar la variación de entalpía:

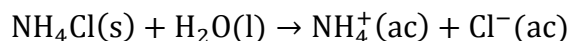
$$\Delta H = \frac{Q_{\text{mezcla}}}{n_{\text{soluto}}} \cong -(e_{\text{agua}} + m_{\text{disolución}}) \frac{c_{\text{agua}} \Delta T}{n_{\text{soluto}}} \quad (6.15)$$

De esta forma, midiendo la masa de disolvente, de soluto y el incremento de temperatura que se produce en el sistema, se puede medir la variación de entalpía de disolución de diferentes compuestos.

6.3.4.- Resultados experimento

En esta práctica se midieron dos entalpías de disolución, la del NH_4Cl y la del CaCl_2 . De cada compuesto se realizaron tres experimentos.

- Medida de la entalpía de disolución del NH_4Cl :



Se midieron los diferentes intervalos de temperaturas para distintas masas de agua y de NH_4Cl , obteniéndose los resultados de la Tabla 6.3.

m_{agua}/g	$m_{\text{NH}_4\text{Cl}}/\text{g}$	$m_{\text{disolución}}/\text{g}$	$\Delta T/\text{K}$	$\Delta H/\text{kJ/mol}$
8.7162	0.2814	8.9976	-1.05	13.89
7.3649	0.2165	7.5814	-0.89	14.00
7.6487	0.2402	7.8889	-0.98	14.17
MEDIA				14.02

Tabla 6.3.- Medidas experimentales para la determinación de la entalpía de disolución del NH_4Cl .

En la gráfica de la Figura 6.7 se puede observar la temperatura a lo largo del experimento en el caso del segundo experimento de la Tabla 6.3.

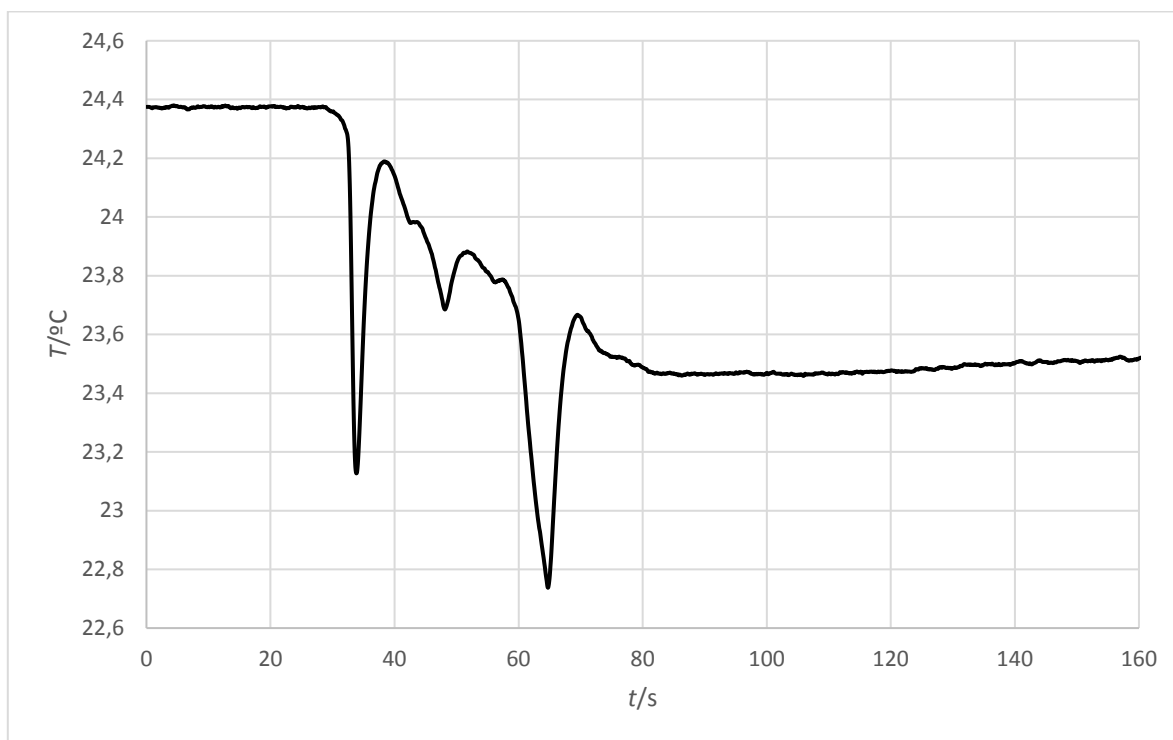
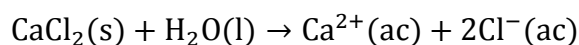


Figura 6.7.- Gráfico de la temperatura frente al tiempo a lo largo del experimento para $m_{\text{agua}} = 7.3649 \text{ g}$ y $m_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 0.2165 \text{ g}$.

En la Figura 6.7 se pueden observar dos picos descendentes que están causados porque en ese momento el sensor estaba cerca de algún trozo de NH_4Cl y se enfriaba más rápido esa parte de la disolución, por lo que hay que recalcar que se debe agitar bien el calorímetro para conseguir una buena homogeneización del calor de disolución.

- Medida de la entalpía de disolución del CaCl_2 :



De igual forma se midieron los diferentes intervalos de temperaturas para distintas masas de agua y de CaCl_2 , obteniéndose los resultados de la Tabla 6.4.

m_{agua}/g	$m_{\text{NH}_4\text{Cl}}/\text{g}$	$m_{\text{disolución}}/\text{g}$	$\Delta T/\text{K}$	$\Delta H/\text{kJ/mol}$
7.7367	0.0774	7.8141	0.90	-83.41
7.8338	0.2546	8.0884	2.91	-83.44
7.8099	0.3978	8.2077	4.54	-83.95
MEDIA				-83.60

Tabla 6.4.- Medidas experimentales para la determinación de la entalpía de disolución del CaCl_2 .

En la gráfica de la Figura 6.8 se puede observar la temperatura a lo largo del experimento en el caso del segundo experimento de la Tabla 6.4.

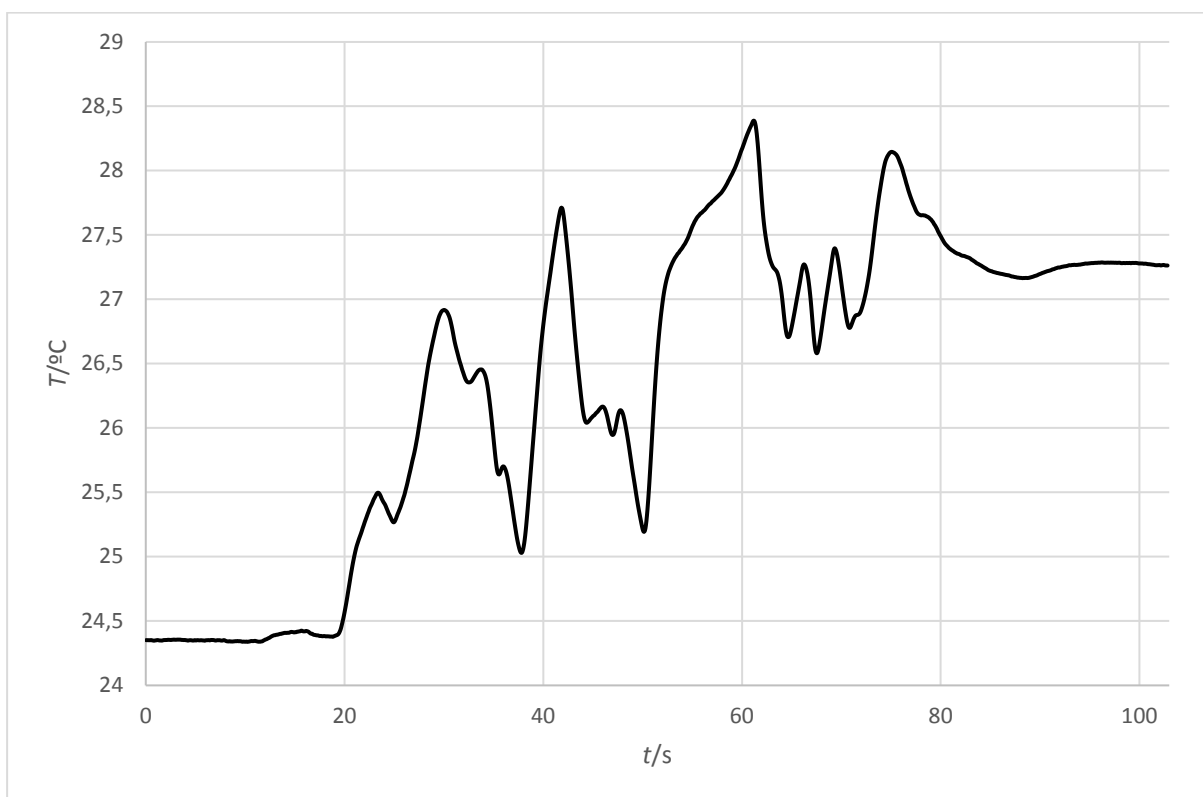


Figura 6.8.- Gráfico de la temperatura frente al tiempo a lo largo del experimento para $m_{\text{agua}} = 7.8338 \text{ g}$ y $m_{\text{CaCl}_2} = 0.2546 \text{ g}$.

De igual forma que en caso de la Figura 6.7 de la disolución del NH_4Cl , en la Figura 4.8 se puede observar unos picos de aumento de la temperatura; éstos son debidos a que en ese momento el sensor estaba más cerca de un trozo de CaCl_2 y se aumentaba más la temperatura de esa zona. Por lo que se debe incidir en agitar mucho el calorímetro para una buena homogeneización del calor

6.3.5.- Conclusión

La entalpía de disolución del NH_4Cl obtenida en este experimento es muy similar a la que se puede obtener en la bibliografía ^[11]:

$$\Delta H_{\text{NH}_4\text{Cl}} = 14.02 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{NH}_4\text{Cl}}(\text{bibliog}) = 15.2 \text{ kJ/mol}$$

Se puede concluir que la reacción de disolución del NH_4Cl es **endotérmica**, $\Delta H > 0$, ya que absorbe energía del sistema y por eso disminuye la temperatura del mismo.

La entalpía de disolución del CaCl_2 que se ha obtenido en el experimento también es muy similar a la que se puede obtener en la bibliografía ^{[12], [13]}:

$$\Delta H_{\text{CaCl}_2} = -83.60 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{\text{CaCl}_2}(\text{bibliog}) = -82.8 \text{ kJ/mol}$$

Y la reacción de disolución del CaCl_2 es **exotérmica**, $\Delta H < 0$, ya que general calor que absorbe el sistema y por eso se eleva la temperatura del mismo.

6.3.6.- Elección de los compuestos químicos

Se han utilizado CaCl_2 y NH_4Cl debido básicamente porque tienen una alta entalpía de disolución y una disolución es exotérmica y otra endotérmica. Dentro de los compuestos con estas características estos compuestos son fáciles de encontrar y son bastante inocuos. El CaCl_2 se usa mucho en alimentación (en la elaboración de quesos y cuajadas) y como farmacéutico; y el NH_4Cl se utiliza básicamente como farmacéutico.

6.4.- Descripción del fenómeno de la absorción de la luz

Uno de los experimentos más sencillos que se pueden realizar es observar que un material oscuro absorbe más cantidad de luz que un material blanco utilizando el calorímetro como un termómetro.

6.4.1.- Material necesario

- Parte del calorímetro (ordenador + sistema de registro de datos + sensor).
- Un cuadrado de papel de 2x2 cm pintado de negro con lápiz (Figura 6.9).
- Un cuadrado de papel de 2x2 cm blanco (Figura 6.9).
- Flexo (Figura 6.9).

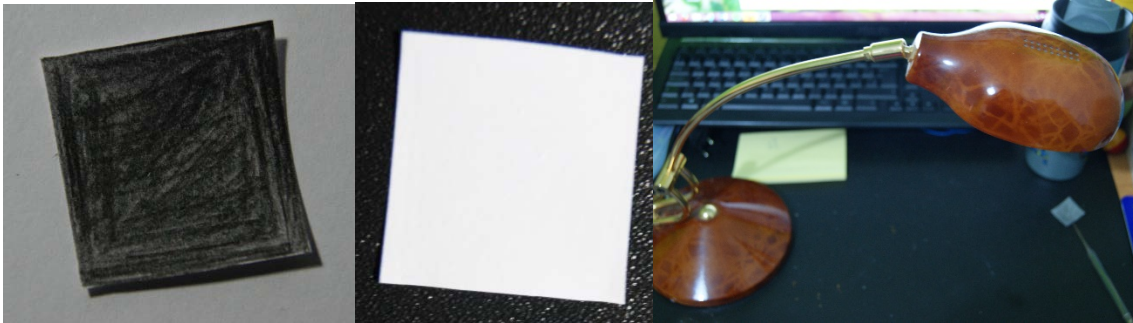


Figura 6.9.-Cuadrado de papel pintado con lápiz (izquierda), cuadrado de papel (centro) y flexo (derecha).

6.4.2.- Procedimiento

1. Se realizan los cuadrados de papel de 2x2 cm y se pinta con lápiz uno de ellos.
2. Se pone el sensor por detrás de la parte pintada de negro y se pega con un trocito de celo.
3. Se conecta el Tiva al ordenador y se ejecuta el programa que recoge los datos de temperatura del sensor en Energía, si no estuviese ya introducido en el Tiva.
4. Se ejecuta el programa que dibuja la gráfica Temperatura-Tiempo en Processing y se siguen las instrucciones del mismo.
5. Cuando se esté preparado para el experimento se presiona el botón MEDIR del programa y éste comenzará a guardar datos en un fichero .txt.
6. Se coloca el trozo de papel a unos 5 cm del flexo y se conecta el mismo.
7. Subirá la temperatura y cuando tengamos los datos que creamos suficientes se presiona el botón PARAR y programa dejará de escribir datos en el fichero .txt y cerrará el archivo.
8. Se repite el mismo procedimiento con el cuadrado blanco.

6.4.3.- Fundamento teórico

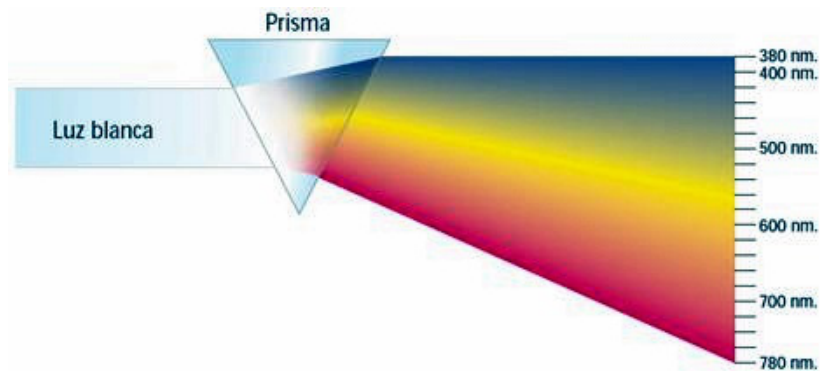


Figura 6.10.- Luz blanca descompuesta por un prisma.

Cuando se hace pasar un rayo de luz blanca por un prisma la luz se descompone en distintas ondas cuya longitud de onda es diferente (Figura 6.10). Cada vez que vemos un color lo que estamos haciendo es identificar una de esas ondas. Las diferencias entre las distintas longitudes de onda son de nanómetros. Físicamente lo que difiere una sensación de color de otra, es la longitud de onda de la radiación luminosa que impresiona nuestro sentido de la vista. Se genera en el cerebro al interpretar las señales nerviosas que le envían los fotorreceptores de la retina del ojo y que a su vez interpretan y distinguen las distintas longitudes de onda que captan la parte visible del espectro electromagnético.

Un cuerpo opaco, (no transparente) absorbe gran parte de la luz que lo ilumina y refleja una parte más o menos pequeña. Cuando este cuerpo absorbe todos los colores de la luz blanca, el objeto parece negro. Cuando refleja todos los colores del espectro, el objeto parece blanco. Los colores absorbidos desaparecen en el interior del objeto y los reflejados llegan al ojo humano. Los colores que visualizamos son, por tanto, aquellos que los propios objetos no absorben, si no que los propagan.

Todo cuerpo u objeto está compuesto por sustancias que absorben y reflejan las ondas electromagnéticas, es decir, absorben y reflejan colores. Cuando un objeto se ve blanco es debido a que recibe todos los colores básicos del espectro (rojo, verde y azul) y los devuelve reflejados, generándose así la fusión de los tres colores, el blanco. Si el objeto se ve negro es porque absorbe todas las radiaciones electromagnéticas y no refleja ninguno color.

Si el objeto es negro, al absorber toda esa energía de la radiación electromagnética de la luz, se transforma esa energía en forma de calor y el objeto se calienta. Sin embargo, si el objeto es blanco, al reflejarse la luz en él, el objeto no absorbe casi energía y se calienta menos.

6.4.4.- Resultados experimento

Se midió la temperatura de los dos cuadrados (negro y blanco) cuando éstos eran expuestos a la luz del flexo obteniéndose los resultados de la Figura 6.11.

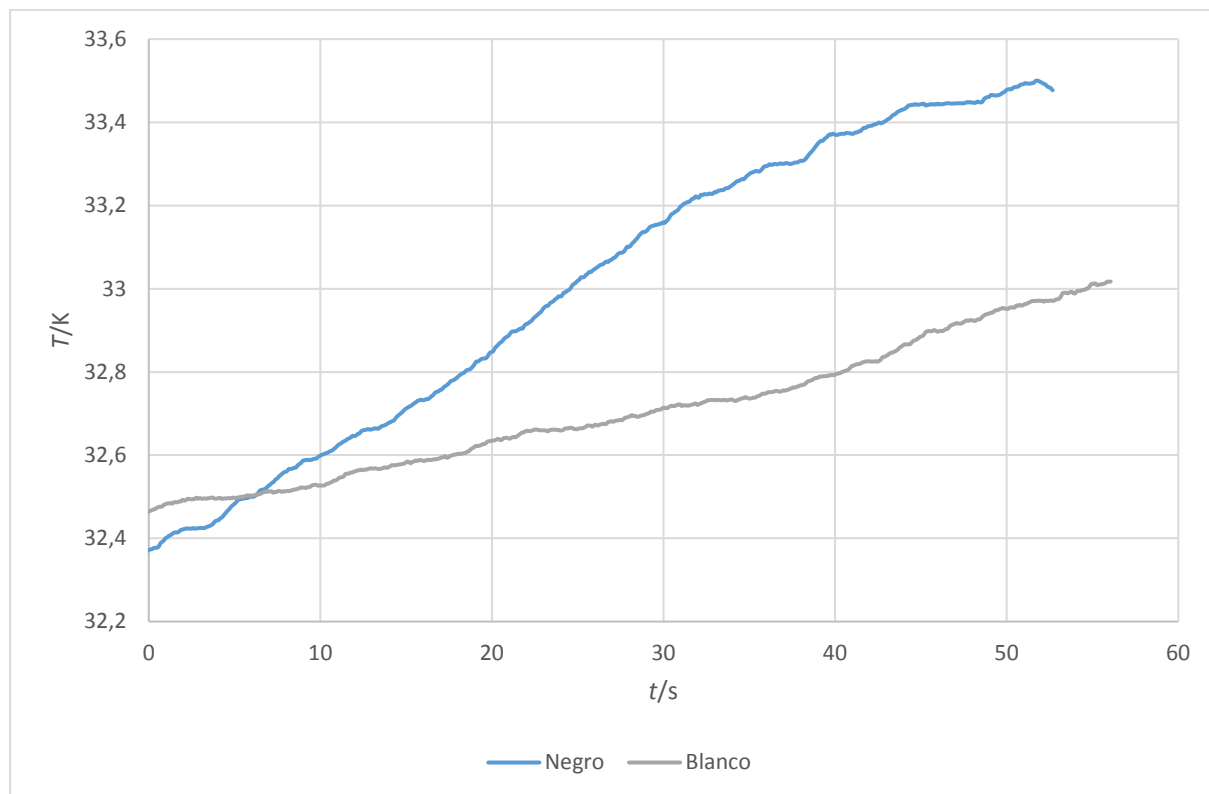


Figura 6.11.- Gráfica de la temperatura a lo largo del tiempo cuando los cuadrados (negro y blanco) eran expuestos a la luz del flexo.

6.4.5.- Conclusión

Se puede observar en la Figura 6.11 que el cuadrado negro absorbe más la luz y por lo tanto se calienta más que el cuadrado blanco.

6.5.- Otros experimentos que se podrían realizar

- Registro de datos de temperatura (día/noche): En este caso el calorímetro se utilizaría como termómetro registrador. Lo bueno de utilizar este instrumental (en vez de un termómetro convencional) es su capacidad de registrar temperaturas a lo largo de un periodo de tiempo largo. Con este experimento se pretende que los alumnos observen la variación de temperatura a lo largo del día y la noche.
- Medida de la entalpía de reacción: De igual manera que se ha desarrollado la práctica de la medida de la entalpía de disolución (apartado 6.3) se podría medir la entalpía de una reacción. Se debería tener en cuenta las sustancias utilizadas, ya que éstas podrían

dañar el sensor (se podría mejorar el aislamiento del sensor, para que este no se viese afectado).

- Aplicación de la ley de Hess: Midiendo diferentes entalpías de reacción y de disolución y utilizando datos de tablas se podría deducir una entalpía de reacción mediante la ley de Hess. Igual que en la medida de la entalpía de reacción se debe tener en cuenta las sustancias utilizadas para no dañar el sensor.

7.- PROPUESTA DE MEJORA

A pesar de que los resultados obtenidos con este proyecto son muy buenos y se podría implementar perfectamente en diferentes cursos de instituto, se proponen a continuación algunas mejoras que se podrían realizar para un mejor funcionamiento del calorímetro:

- Funcionamiento del programa realizado en Processing en dispositivos Android y control del calorímetro mediante los mismos: El Software de Processing tiene la opción de exportar los programas realizados a formato Android. Sin embargo, no se puede conectar el TIVA directamente al dispositivo Android, ya que no existen los drivers necesarios para manipularlo desde dispositivos Android. Proponemos conectar el microprocesador a un ordenador y conectar el dispositivo Android al ordenador mediante Bluetooth. De esta forma se puede ejecutar el programa de Processing a través del dispositivo Android y controlar el calorímetro mediante el mismo. También se puede añadir al TIVA un módulo Bluetooth (que vale aproximadamente \$3), y sincronizar el dispositivo Android directamente con el TIVA, pudiéndose controlar así el calorímetro desde el mismo.
- Incluir un agitador: Cuando se empezaron a tener problemas para homogeneizar la temperatura en el calorímetro se pensó en utilizar un agitador magnético. El problema que planteaba utilizar un agitador magnético era que homogeneizaba la temperatura en el plano horizontal pero no en el vertical y donde se observaba un mayor gradiente de temperatura era en el plano vertical. Al final se observó que el método de agitar el calorímetro manualmente funcionaba bastante bien y no se le incluyó ningún agitador. Sin embargo, se podría añadir una varilla agitadora para agitarlo desde el interior, siempre y cuando no altere al sensor (no toque demasiado al sensor).
- Alimentar la resistencia calefactora directamente con el TIVA: Se puede alimentar la resistencia calefactora directamente con los 5V que suministra el USB del TIVA. De esta forma, se evitaría la utilización de la fuente de alimentación y del cronómetro, ya que se podría controlar el tiempo durante el cual se suministra la potencia mediante software.
- Implementación de un mayor número de prácticas de laboratorio con este modelo de calorímetro: Como se ha comentado en el apartado 6.5 existen otras prácticas que se podrían realizar con el calorímetro diseñado en este proyecto (seguramente muchas más de las que aparecen en el 6.5, que son solo algunas ideas).

8.- CONCLUSIONES

- ✓ Se ha realizado un estudio del currículo de la E.S.O. y Bachillerato de Física y Química, y de las asignaturas afines, exigido por la LOMCE.
- ✓ Se han asignado diferentes bloques donde se podría realizar este proyecto dentro de ese currículo.
- ✓ Se ha verificado que se cumplen las competencias básicas exigidas por la LOMCE.
- ✓ Se ha realizado una planificación del proceso de enseñanza/aprendizaje, y se ha concluido que las metodologías más apropiadas para este proyecto son el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo-cooperativo en grupos y la metodología de indagación.
- ✓ Se ha desarrollado cómo se realizaría la evaluación del proceso de enseñanza y qué medidas de atención a la diversidad se realizarían.
- ✓ Se ha realizado un estudio sobre los diferentes componentes que se utilizan en la fabricación del calorímetro y se han justificado todos y cada uno de ellos.
- ✓ Se ha descrito el proceso de construcción del equipo de medida y el desarrollo de los programas necesarios para su funcionamiento.
- ✓ Se han puntualizado diferentes experimentos que se podrían realizar con el calorímetro diseñado.
- ✓ Se han realizado estos experimentos y se ha comprobado el éxito de este proyecto.
- ✓ Finalmente, se han descrito diferentes propuestas para mejorar dicho proyecto.

9.- BIBLIOGRAFÍA

9.1.- Normativa

- [1] ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo (BOCYL nº86), por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.
- [2] ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo (BOCYL nº 86), por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.
- [3] Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre (BOE nº 295), para la mejora de la calidad educativa, LOMCE.
- [4] Orden ECD/65/2015, de 21 de enero (BOE nº 25), por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

9.2.- Enlaces web

- [5] <http://cpicorona.blogspot.com.es/2013/11/el-congreso-aprueba-la-lomce.html>
- [6] <https://drive.google.com/file/d/0B9MZIDFGUwgeTHZweXFvdmR5VVE/edit>
- [7] <http://www.rumbonorte.cl/downloads/Tabla%20de%20Calor%20Espec%C3%ADfico.pdf>
- [8] http://www.fisicanet.com.ar/fisica/termodinamica/tb01_calor.php
- [9] <http://www.valvias.com/prontuario-propiedades-materiales-calor-especifico.php>
- [10] <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/estadistica/otros/calorimetro/calorimetro.htm>
- [11] <http://www.creces.cl/new/index.asp?imat=+++3E++13&tc=3&nc=5&art=1176>
- [12] <http://jaimesecondo.edu.gva.es/j2/documentos/departamentos/fisica%20y%20quimica/quimica%202%20bat/practicas/UMH%20ACERCA%20DEL%20CALOR%20Y%20DEL%20COLOR.pdf>
- [13] <http://www.creces.cl/new/index.asp?imat=+++3E++13&tc=3&nc=5&art=1176>

9.3.- Libros de texto

- [14] Caamaño, A. (coord.) et al., (2011), *Didáctica de la Física y la Química*. Barcelona: GRAÓ.
- [15] Sarramona, J., (1989), *Fundamentos de Educación*. Barcelona: Editorial CEAC.
- [16] García Hoz, V., (1970), "Educación personalizada". C.S.I.C. Madrid.

- [17] Delors, J., (1996), *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI*. Madrid: Santillana Ediciones UNESCO.
- [18] Sears, F. W. et al., (1986), *Física Universitaria, Volumen 1*. Editorial Pearson Education.
- [19] Tipler, P. A. y Mosca, G., (2003). *Física para la ciencia y la tecnología, Volumen 1* (5ª ed.). Barcelona: Editorial Reverté.

10.- ANEXOS

ANEXO 1.- Costes del material empleado

En este Anexo se especifica el precio de la elaboración del calorímetro y de la elaboración de las prácticas realizadas con él. En la Tabla A.1 se menciona el coste individual del material en cuestión y el coste para la una clase promedio (30 alumnos en grupos de 3). Al final de la Tabla se puede observar que el coste completo asociado al proyecto es muy asequible.

Material	Coste individual/€	Coste para clase promedio/€
Construcción del calorímetro		
TIVA	11.68	116.8
Sensor LM35DZ	1.09	10.90
Sensor LM94022BIMG/NOPB	0.99	8.81
Pantalla LCD	16.22	135.90
Tubo de ensayo	0.11	1.10
Circuito impreso	1.00	10.00
Conectores	0.50	5.00
Cable plano	0.546	5.46
Cable	0.465	4.65
Potenciómetro	0.36	3.26
Condensador 100 μ F	0.10	1.00
2 resistencias de 4.7 Ω	0.01	0.10
Espuma rígida aislante	0.98	9.80

Obtención del equivalente en agua del calorímetro		
Balanza	Suponemos que en cualquier laboratorio de prácticas de instituto disponen de este material	
Fuente de alimentación		
Agua destilada		
Cronómetro		
Medida del calor específico de un sólido		
Balanza	Suponemos que en cualquier laboratorio de prácticas de instituto disponen de este material	
Fuente de alimentación		
Agua destilada		
Cronómetro		
Bola acero		
Medida de la entalpía de disolución de dos compuestos		
Balanza	Suponemos que en cualquier laboratorio de prácticas de instituto disponen de este material	
Agua destilada		
CaCl ₂		
NH ₄ Cl		
Descripción del fenómeno de la absorción de la luz		
Flexo	Suponemos que en cualquier laboratorio de prácticas de instituto disponen de este material	
Total	22.371	312.78

Tabla A.1.- Costes de material utilizado en el proyecto

ANEXO 2.- Programa de control de temperatura con Energía (Termo.ino)

```

#include "wiring_private.h" //Librería necesaria para ejecutar PMWWrite
#include <LiquidCrystal.h> //Librería necesaria para controlar el LCD

// Definimos las variables globales
int fint=10; // Frecuencia de salida de datos
int fmed=500; //Frecuencia de medida
int v0,v1; //Valores iniciales de los puertos para ver qué está conectado
int pinizq=0, pindcho=0; //Es una variable que indica que sensor está conectado en el pin. Si
es 0 no hay nada conectado, si es 1 está conectado el LM35 y si es 2 está conectado el sensor
LM94022
volatile float voltaje, voltajel; //Da el promedio de HacerMedida
volatile float tmedia, tmedial; //Es el promedio de HacerMedida*3.3/4096
volatile float temperatura, temperaturall; //Es la temperatura final que debe dar el programa
volatile float p,p1,trespuesta; //Son variables que controlan el tiempo de respuesta del
programa
LiquidCrystal lcd(PD_7, PD_6, PC_7, PC_6, PC_5, PC_4); //Patillas del LCD que se van a conectar

void setup() { //El setup es la primera parte del programa que se ejecuta
  trespuesta=.5; //Es el tiempo de respuesta que queremos que tenga el programa
  p1=1/(fmed*trespuesta); //Es un valor para el promedio de los datos cuando se haga la media
aritmética de los datos
  p=1-p1;
  Serial.begin(115200); //Frecuencia con la que se van a enviar datos por el puerto serie
  lcd.begin(16,2); //Definimos el tamaño del LCD
  //Definimos las entradas analógicas
  pinMode(PD_0,INPUT_PULLUP);
  pinMode(PB_6,INPUT);
  pinMode(PD_1,INPUT_PULLUP);
  pinMode(PB_7,INPUT);

  //Declaramos unos valores iniciales de la señal de los dos pines. Con estas variables
comprobaremos qué sensor está conectado en cada pin
  v0=analogRead(PD_0);
  v1=analogRead(PD_1);

  //Vemos qué sensor está conectado y en qué pin. Si el voltaje < 2300 el sensor conectado es
el LM35, si el voltaje está entre 2300 y 2800 el sensor conectado es el LM94022 y si es superior
a 2800 no hay nada conectado
  if(v0 <= 2300){ //En el pin izquierdo hay un LM35
    pinizq=1;
  }
  else if(v0 <= 2800){ //En el pin izquierdo hay un LM94022
    pinizq=2;
  }
  if(v1 <= 2300){ //En el pin derecho hay un LM35
    pindcho=1;
  }
  else if(v1 <= 2800){ //En el pin derecho hay un LM94022
    pindcho=2;
  }
}

//Escribimos en el LCD qué sensores están conectados y en qué pin
lcd.setCursor(0,0); //Posiciono el cursor del LCD en la esquina superior izquierda
if(pinizq == 0 & pindcho == 0){ //En este caso no hay nada conectado
  lcd.print("No conectado");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Reintentar");
}
else if(pinizq == 1 & pindcho == 0){ //En este caso hay un LM35 en el pin izquierdo y en el
derecho nada
  lcd.print("LM35 pin izq");
}
else if(pinizq == 2 & pindcho == 0){ //En este caso hay un LM94022 en el pin izquierdo y en
el derecho nada
  lcd.print("LM94022 pin izq");
}
else if(pinizq == 0 & pindcho == 1){ //En este caso hay un LM35 en el pin derecho y en el
izquierdo nada
  lcd.print("LM35 pin dcho");
}
else if(pinizq == 0 & pindcho == 2){ //En este caso hay un LM94022 en el pin derecho y en el
izquierdo nada
  lcd.print("LM94022 pin dcho");
}
}

```

```

else if (pinizq != 0 & pindcho != 0) { //En este caso están los dos sensores conectados
    lcd.print("Dos sensores");
}

//Leemos las salidas de los dos pines
voltaje=analogRead(PD_0);
voltaje1=analogRead(PD_1);

PWMwrite(RED_LED,1000,5,fmed); //Declaramos una señal con la frecuencia fmed que se envía
para ejecutar HacerMedida
PWMwrite(BLUE_LED,1000,5,fint); //Declaramos una señal con la frecuencia fint que se envía
para ejecutar MandarMedida
attachInterrupt(RED_LED, HacerMedida, RISING); //Se ejecuta HacerMedida con la frecuencia
del RED_LED, fmed
delay(2000); //Introducimos un retraso entre HacerMedida y MandarMedida para que los valores
iniciales que son algo erróneos no se envíen
attachInterrupt(BLUE_LED,MandarMedida,RISING); //Se ejecuta MandarMedida con la frecuencia
del BLUE_LED, fint
}

void loop() { //Es una parte de la estructura de los programas de Energía en la que se introduce
una parte que se repite cíclicamente, pero nosotros aquí no lo usamos
}

void HacerMedida(){
    //Hacemos el promedio de la salida de los dos pines, aunque no haya conectado ningún sensor
    //Se hace el promedio de cada 10 medidas porque si no al medir tantas veces el programa no le
    da tiempo a responder y se mezclan ambas medidas
    int vm=0, vm1=0;
    for(int i=1; i<11; i++){
        vm+=analogRead(PD_0);
    }
    delayMicroseconds(200); //Se realiza un retraso para que no se mezclen las medidas de las
dos salidas.
    for(int i=1; i<11; i++){
        vm1+=analogRead(PD_1);
    }
    voltaje=voltaje*p+(vm/10)*p1;
    voltaje1=voltaje1*p+(vm1/10)*p1;
}

void MandarMedida(){
    lcd.setCursor(0,1); //Sitúo el cursor del LCD en la esquina inferior izquierda
    switch(pinizq){ //Vemos qué está conectado en el pin izquierdo
    case 1: //Está conectado el sensor LM35 en el pin izquierdo
        TemperaturaLM35(voltaje); //Calculo la temperatura con la función del LM35
        if(pindcho == 0){ //Si no hay nada conectado en el pin derecho imprimo por el puerto serie
el valor de la temperatura del sensor izquierdo con retorno de carro
            Serial.println(temperatura,6);
        }
        else{ //Si hay conectado otro sensor en el pin derecho imprimo por el puerto serie el valor
de la temperatura del sensor izquierdo pero sin retorno de carro
            Serial.print(temperatura,6);
        }
        lcd.print(temperatura,2); //Imprimo en la pantalla del LCD el valor de la temperatura del
sensor izquierdo
        lcd.print(char(223));
        lcd.print("C ");
        break;
    case 2: //Está conectado el sensor LM94022 en el pin izquierdo
        TemperaturaLM94022(voltaje); //Calculo la temperatura con la función del LM94022
        if(pindcho == 0){ //Si no hay nada conectado en el pin derecho imprimo por el puerto serie
el valor de la temperatura del sensor izquierdo con retorno de carro
            Serial.println(temperatura1,6);
        }
        else{ //Si hay conectado otro sensor en el pin derecho imprimo por el puerto serie el valor
de la temperatura del sensor izquierdo pero sin retorno de carro
            Serial.print(temperatura1,6);
        }
        lcd.print(temperatura1,2); //Imprimo en la pantalla del LCD el valor de la temperatura del
sensor izquierdo
        lcd.print(char(223));
        lcd.print("C ");
        break;
    }
}

```

```
switch(pindcho){ //Vemos qué está conectado en el pin izquierdo
case 1: //Está conectado el sensor LM35 en el pin derecho
    TemperaturaLM35(voltaje1); //Calculo la temperatura con la función del LM35
    if(pinizq == 0){ //En este caso solo estaría el LM35 en el pin derecho por lo que imprimo
por el puerto serie el valor de esta temperatura sin retorno de carro
        Serial.println(temperatura,6);
    }
    else{ //En este caso estarían ambos sensores conectados por lo que imprimo por el puerto
serie una coma y la temperatura del sensor de la derecha y un retorno de carro (formato para
que lo entienda el programa de gráficos
        Serial.print(",");
        Serial.println(temperatura,6);
    }
    lcd.print(temperatura,2); //Imprimo en la pantalla del LCD el valor de la temperatura del
sensor derecho
    lcd.print(char(223));
    lcd.print("C ");
    break;
case 2: //Está conectado el sensor LM94022 en el pin derecho
    TemperaturaLM94022(voltaje1); //Calculo la temperatura con la función del LM94022
    if(pinizq == 0){ //En este caso solo estaría el LM94022 en el pin derecho por lo que imprimo
por el puerto serie el valor de esta temperatura sin retorno de carro
        Serial.println(temperatural,6);
    }
    else{ //En este caso estarían ambos sensores conectados por lo que imprimo por el puerto
serie una coma y la temperatura del sensor de la derecha y un retorno de carro (formato para
que lo entienda el programa de gráficos
        Serial.print(",");
        Serial.println(temperatural,6);
    }
    lcd.print(temperatural,2); //Imprimo en la pantalla del LCD el valor de la temperatura del
sensor derecho
    lcd.print(char(223));
    lcd.print("C ");
    break;
}
}

void TemperaturaLM35(float vol){ //Función que da la temperatura para el LM35
    tmedia=vol*3.3/4096;
    temperatura=tmedia*100;
}

void TemperaturaLM94022(float vol){ //Función que da la temperatura para el LM94022
    tmedia=vol*3.3/4096;
    temperatural=-1.707*tmedia*tmedia-66.133*tmedia+185.947;
}
```

ANEXO 3.- Programa que dibuja y exporta los datos con Processing (Grafica.pde)

```

import processing.serial.*; //Librería para la utilización del puerto serie
import static javax.swing.JOptionPane.*; //Librería para poder introducir cuadros de diálogo

//Definimos las variables globales
Serial myPort; //Variable en la que se guardará el puerto que se esté utilizando
final boolean debug = true;
float[] yValues, y1Values; //Matriz donde se guardarán los datos para dibujarlos en la gráfica
int w, j; //w es el tamaño de la pantalla de la gráfica, y j es un contador para ver el número
de datos introducidos
long t0, deltat, deltat0; //Tiempos en ns de: t0, inicio de la medida; deltat y deltat0, tiempo
de una medida y la siguiente
float t; //Tiempo en segundos desde que comenzó la medida
float min1, max1; //mínimo y máximo de los valores de temperatura
int rectSizeX=90; //Tamaño de los cuadrados
int rectSizeY=40; //Tamaño de los cuadrados
int rectX, rectY, rectX1, rectY1, rectX2, rectY2; //Posiciones de los cuadrados
boolean medir=false, parar=false; //Variables que se utilizan para decir si se ha pulsado o no
algún cuadrado
PrintWriter output; //Permite la creación de archivos
Log log; //Nuevo objeto de la clase log
int id=0; //Un contador para el nombre del archivo
int numerol; //Indica el número de sensores que están conectados en el TIVA

void setup(){ //El setup es la primera parte del programa que se ejecuta
    size(800, 600); //Defino el tamaño de la ventana
    w = width-10;
    strokeWeight(1);
    smooth();
    yValues = new float[w]; //Defino la matriz yValues como un float de tamaño w
    y1Values = new float[w]; //Defino la matriz y1Values como un float de tamaño w

    rectX=700; //Defino las posiciones de los cuadrados
    rectY=550;
    rectX1=10;
    rectY1=550;
    rectX2=110;
    rectY2=550;
    j=0; //Es un contador que me va a decir cuántas medidas lleva

    noLoop();
    eligePuerto(); //Función en la que el usuario elige el puerto
    numeroSensores(); //Función en la que el usuario introduce el número de sensores que hay
conectados
    rangoTemperatura(); //Función en la que el usuario elige el máximo y el mínimo con el que se
empieza a ver la gráfica
}

void draw() { //Se ejecuta la función que dibuja la gráfica
    background(0); //Se pone el fondo negro
    stroke(255, 200, 0); //Se inicializa el color de la gráfica en amarillo

    //Pinto los valores en la pantalla
    for(int i=w-1; i>w-min(j,w); i--) { //Se utiliza este for para que no pinte una línea al
principio con el valor inicial
        stroke(255, 200, 0); //Pinta en amarillo esta línea
        line(i-1, map(yValues[i-1], max1, min1, 0, height), i, map(yValues[i], max1, min1, 0,
height)); //Pintamos los valores del único sensor que está conectado, o si están conectados
los dos, pintamos el de la izquierda
        if(numerol == 2) {
            stroke(255, 200, 255); //Pinta en morado esta línea
            line(i-1, map(y1Values[i-1], max1, min1, 0, height), i, map(y1Values[i], max1, min1, 0,
height)); //Pintamos los valores del sensor de la derecha si están conectados dos sensores
        }
    }
    stroke(255);
    noFill();

    //Pinto los rectángulos y algunos valores por pantalla
    rect(rectX, rectY, rectSizeX, rectSizeY);
    rect(rectX1, rectY1, rectSizeX, rectSizeY);
    rect(rectX2, rectY2, rectSizeX, rectSizeY);
    textSize(32);
}

```


Proyecto de construcción de un calorímetro y utilización en prácticas de Física y Química

```
if( numerol == 1) { //Si hay un sensor conectado, saco por pantalla el valor de temperatura
que está dando el sensor a tiempo real
    text("T^a=", 5, 30);
    text(yValues[w-1], 55, 30);
    text("°C", 175, 30);
}
else if( numerol == 2) { //Si están conectados los dos sensores saco por pantalla el valor de
las 2 temperaturas que están dando los sensores a tiempo real
    text("T^a1=", 5, 30);
    text(yValues[w-1], 75, 30);
    text("°C", 200, 30);
    text("T^a2=", 350, 30);
    text(y1Values[w-1], 430, 30);
    text("°C", 550, 30);
}
text("T^a^cursor=", 5, 80); //Saco por pantalla la temperatura que corresponde a la posición
del ratón
text(map(mouseY, 0, height, min1, max1), 160, 80);
text("°C", 280, 80);
textSize(20);
text("AJUSTAR", 705, 575); //Pongo ajustar, medir y parar en los cuadros correspondientes a
cada función
text("MEDIR", 25, 575);
text("PARAR", 125, 575);

//Si se ha pulsado el cuadrado de medir "medir" es true y entonces pasamos al archivo .txt
los datos de t y de temperatura
if(medir) {
    textSize(32);
    if( numerol == 1) { //Si solo hay un sensor escribo en el fichero el tiempo correspondiente
y un solo valor de temperatura, separado todo por ;
        log.write(t+" "+yValues[w-1]);
    }
    else if( numerol == 2) { //Si hay dos sensores escribo el tiempo y las dos temperaturas,
separado todo por ;
        log.write(t+" "+yValues[w-1]+" "+y1Values[w-1]);
    }
    text("t=", 5, 130); //Si empieza a escribir en el fichero aparece por pantalla el tiempo
del experimento
    text(t, 40, 130);
    text("s", 180, 130);
}

//Si se ha pulsado el cuadrado de parar "parar" es true y entonces dejamos de pasar los datos
al archivo
if(parar) {
    log.close();
    parar=false;
}
}

void serialEvent (Serial myPort) { //Es una función que controla los valores que entran por el
puerto serie y los coloca en los arrays correspondientes
    String inString = myPort.readStringUntil('\n'); //Leo lo que viene por el puerto hasta un
retorno de carro
    deltat=System.nanoTime()-deltat0; //Tiempo entre medida y medida en ns
    deltat0=System.nanoTime();
    t=(System.nanoTime()-t0)/1000000000.0; //Tiempo desde el inicio del programa en s

    if(inString != null) { //Si lo que viene por el puerto serie es no nulo, realizo las siguientes
instrucciones
        inString = trim(inString); //Elimino los espacios innecesarios
        if( numerol ==1){ //Si solo hay un sensor leemos lo que viene por el puerto utilizando
inByte
            float inByte = float(inString); //Leo lo que pasa desde el puerto y lo paso a float
            if(j==0){ //Si es la primera medida que se toma, j==0, inicializamos toda la matriz al
valor que ha tomado, ya que si no había problemas con los NaN
                for(int i = 1; i < w; i++){
                    yValues[i-1] = inByte;
                }
            }
            else { //Si no es la primera medida, pongo la medida anterior en una posición menor de
la matriz para después introducir nuevos datos
                for(int i = 1; i < w; i++){
                    yValues[i-1] = yValues[i];
                }
            }
        }
    }
}
```

Proyecto de construcción de un calorímetro y utilización en prácticas de Física y Química

```
        yValues[w-1] = inByte; //El último valor adquirido se asigna en la última posición;
        j++; //Aumentamos el contador
        redraw(); //Relanzamos el programa draw (para volver a pintar el nuevo dato
    }
    else if(numero1 == 2) { //Si hay dos sensores utilizamos la matriz inByte para leer lo que
viene por el puerto
        float[] inBytel=float(split(inString, ',')); //En la columna 0 se posicionarán los valores
de temperatura del sensor izquierdo y en la columna 1 se posicionarán los valores de temperatura
del sensor derecho
        if(j==0){ //Si es la primera medida que se toma, j==0, inicializamos toda la matriz al
valor que ha tomado, ya que si no había problemas con los NaN
            for(int i = 1; i < w; i++) {
                yValues[i-1] = inBytel[0];
                y1Values[i-1] = inBytel[1];
            }
        }
        else { //Si no es la primera medida, pongo la medida anterior en una posición menor de
la matriz para después introducir nuevos datos
            for (int i = 1; i < w; i++) {
                yValues[i-1] = yValues[i];
                y1Values[i-1] = y1Values[i];
            }
        }
        yValues[w-1] = inBytel[0]; //El último valor adquirido se asigna en la última posición;
        y1Values[w-1] = inBytel[1];
        j++; //Aumentamos el contador
        redraw(); //Relanzamos el programa draw (para volver a pintar el nuevo dato
    }
}
}

void eligePuerto() { //Función para que el usuario elija el puerto
    String COMx, COMlist = "";
    try {
        if(debug) printArray(Serial.list()); //Hace una lista de los puertos disponibles
        int i = Serial.list().length; //Es el número de puertos serie
        if(i != 0) { //Si hay algún puerto disponible
            if(i >= 2) { //Si hay 2 o más crea un String de la forma: [a] COM1, por ejemplo. Es
decir, con [a], [b],..., que será lo que introduzca el usuario para elegir, y después un puerto
serie disponible. Se repite para cada puerto.
                for(int j = 0; j < i; ) {
                    COMlist += char(j+'a') + " = " + Serial.list()[j];
                    if(++j < i) COMlist += '\n'; //" , ";
                }
                COMx = showInputDialog("¿Qué puerto es el correcto? (a,b,..):\n"+COMlist); //Pregunta al
usuario que puerto es el correcto
                if(COMx == null) exit();
                if(COMx.isEmpty()) exit();
                i = int(COMx.toLowerCase().charAt(0) - 'a') + 1; //Traduce lo introducido por el usuario
(a, b,...) en número de la posición del array del puerto serie
            }
            String portName = Serial.list()[i-1]; //Crea un String con el nombre del puerto serie
asignado
            if(debug) println(portName); //Lo saca por consola
            myPort = new Serial(this, portName, 115200); //Asigna a Serial myPort el puerto serie
que introduce el usuario con una frecuencia de muestreo de 115200
            myPort.bufferUntil('\n');
        }
        else { //Si no hay ningún puerto disponible saca por consola el siguiente mensaje
            showAlertDialog(frame,"El instrumento no está conectado.");
            exit();
        }
    }
    catch (Exception e) { //Si no consigue hacer el bucle anterior, saca el siguiente mensaje
        showAlertDialog(frame,"El puerto COM no está disponible (puede que lo esté usando otro
programa)");
        println("Error:", e);
        exit(); //Y cierra el programa
    }
}
```

Proyecto de construcción de un calorímetro y utilización en prácticas de Física y Química

```
void rangoTemperatura() { //Función para que el usuario introduzca el intervalo de temperatura
con el que quiere comenzar
    String min, max;
    min=showInputDialog("Temperatura mínima"); //Pregunta al usuario el valor de la temperatura
mínima
    if(min == null) exit(); //Si el usuario le da al botón cancelar se sale del programa
    if(min.isEmpty()) exit(); //Si el usuario no introduce nada se sale del programa
    max=showInputDialog("Temperatura máxima"); //Pregunta al usuario el valor de la temperatura
máxima
    if(max == null) exit(); //Si el usuario le da al botón cancelar se sale del programa
    if(max.isEmpty()) exit(); //Si el usuario no introduce nada se sale del programa
    min1=float(min); //Los pasamos a float
    max1=float(max);
    if(min1 == max1) exit(); //Si el mínimo y el máximo son iguales se sale del programa
    if(min1 > max1) exit(); //Si el mínimo es menor que el máximo se sale del programa
}

void numeroSensores() { //Función para que el usuario introduzca el número de sensores que
están conectados
    String numero;
    numero=showInputDialog("Número de sensores conectados: 1 ó 2"); //Pregunta al usuario el
número de sensores conectados
    if(numero == null) exit(); //Si el usuario le da al botón cancelar se sale del programa
    if(numero.isEmpty()) exit(); //Si el usuario no introduce nada se sale del programa
    numerol=int(numero); //Los pasamos a entero
    if(numerol != 1 && numerol != 2) exit(); //Si el número introducido por el usuario es
diferente de 1 o 2 se sale del programa
}

boolean overRect(int x, int y, int width, int height) { //Función que detecta donde está el
ratón
    if(mouseX >= x && mouseX <= x+width &&
        mouseY >= y && mouseY <= y+height) {
        return true;
    }
    else {
        return false;
    }
}

void mousePressed() { //Función que detecta si se ha presionado una zona de la pantalla
    float delta=0;
    if(overRect(rectX, rectY, rectSizeX, rectSizeY)) { //Si se presiona el cuadrado de ajustar
        if(numerol == 1) { //Si hay un solo sensor conectado hace el máximo y el mínimo de los
valores de temperatura del sensor conectado
            min1=min(yValues);
            max1=max(yValues);
        }
        else if(numerol == 2) { //Si hay dos sensores conectados hace el máximo y el mínimo de los
valores de las temperaturas de los sensores
            float i, i1;
            i=min(yValues);
            i1=min(y1Values);
            min1=min(i, i1);
            float i2, i3;
            i2=max(yValues);
            i3=max(y1Values);
            max1=max(i2, i3);
        }
        delta=max1-min1; //Para que deje un espacio en los extremos proporcional a la medida
        min1-=delta*0.1;
        max1+=delta*0.1;
    }
    if(overRect(rectX1, rectY1, rectSizeX, rectSizeY)) { //Si se presiona el cuadrado de medir
se crea el archivo y "medir" pasa a ser true
        t0=System.nanoTime(); //Tiempo inicial cuando empiece a medir
        log=new Log("temperatura.txt"); //Crea un nuevo archivo
        medir=true;
    }
    if(overRect(rectX2, rectY2, rectSizeX, rectSizeY)) { //Si se presiona el cuadrado de parar
"parar" pasa a ser true y "medir"=false, para que deje de enviar medidas al .txt
        parar=true;
        medir=false;
    }
}
```

Proyecto de construcción de un calorímetro y utilización en prácticas de Física y Química

```
class Log { //Creamos esta clase para nombrar el fichero, renombrar si ese nombre existe y para
hacer las labores de escritura y cierre del archivo
    private PrintWriter output; //Permite la creación de archivos
    private String path= sketchPath(); //Variable para guardar ruta de archivo
    private String fileName; //Variable para el nombre del archivo
    private int id=1; //id del archivo, se usa para renombrar

    //Constructor de la clase
    Log(String fileName) {
        this.fileName=fileName; //Asignamos nombre del archivo
        if(exist(this.fileName)) { //comprobamos si ya existe el nombre del archivo con la función
exist()
            rename(); //Si es verdadero se llama a la función rename()
            output= createWriter(this.fileName); //Se crea el archivo con el nombre nuevo
        }
        else {
            output= createWriter(this.fileName); //Si no existe, se crea sin renombrar
        }
    }

    //Crea una lista de los archivos existentes en el directorio actual
    private String[] listFileNames(String dir) { //Recibe como parametro la ruta actual
    File file = new File(dir); //Crea un objeto de la clase File
    if(file.isDirectory()) { //Comprobamos que sea un directorio y no un archivo
        String names[] = file.list(); //Cargamos la lista de archivos en el vector names[]
        return names; //regresamos names[]
    }
    else {
        return null; //En caso de que sea un archivo se regresa null
    }
    }

    //Comprueba si el archivo ya existe
    private boolean exist(String fileName) { //recibe como parámetro el nombre del archivo
    String[] filenames = listFileNames(path); //llama a la función listFileNames para obtener
la lista de archivos
    for(int x=0; x<=filenames.length-1;x++) { //Se comprueba por medio de un for la existencia
del archivo, recorre todo el vector
        if(fileName.equals(filenames[x])) { //Si el nombre de un archivo existente coincide con
el que se propuso
            return true; //Regresa verdadero
        }
    }
    return false; //Regresa falso
    }

    //Renombra el archivo para no sobrescribir
    private void rename() {
    String newName=(split(fileName, ".")[0]+"_"+str(id)+"."+split(fileName, ".")[1]); //Al
nombre original se le asigna un indicador haciendo uso del id
    if(exist(newName)) { //Se comprueba si archivo con el nuevo nombre existe
        id++; //Se incrementa id hasta que se encuentra un archivo inexistente
        rename(); //Es recursiva en caso de que siga existiendo el nombre
    }
    else {
        fileName=newName; //Se regresa el nuevo nombre
        return;
    }
    }

    //Cierra el archivo, para que sea utilizable
    public void close() {
        output.close(); //Cerramos el archivo
    }

    //Escribe datos nuevos
    public void write(String data) {
        output.println(data); //Imprime en el fichero los datos y hace retorno de carro
        output.flush(); //Vaciamos buffer de escritura
    }
} //Termina clase
```

