

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE MÁSTER



Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

Curso académico: 2018/2019

Especialidad: Biología y Geología

**Diseño e implementación de una
secuencia de enseñanza basada en
prácticas científicas sobre la energía
térmica para 2º ESO**

Alumna: Celia Martínez Martínez

Tutor: Rafael López-Gay Lucio-Villegas



Trabajo Fin de Máster

Informe del Director

D. Rafael López-Gay Lucio-Villegas profesor del Departamento de Educación de la Universidad de Almería y director del Trabajo Fin de Máster presentado por

Dña. Celia Martínez Martínez, con el título:

**Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza basada en
prácticas científicas sobre la energía térmica para 2º ESO**

Informa de que, de acuerdo con los requisitos de rigor, coherencia y calidad requeridos para los trabajos de esta naturaleza, emito mi opinión: **Favorable**

En Almería a 18 de junio de 2019

Firmado por LOPEZ-GAY LUCIO-VILLEGAS RAFAEL -
27258596P el día 18/06/2019 con un certificado
emitido por AC FNMT Usuarios

INTRODUCCIÓN

La Energía Térmica es la energía que posee un cuerpo como consecuencia del movimiento de las partículas que lo componen. Desde un punto de vista microscópico, a escala molecular, se puede decir que la energía térmica es la suma de la energía cinética de cada una de las partículas, un término conocido también como energía cinética interna.

Aun siendo considerada como una idea clave en el currículo oficial actual, sus contenidos suelen ser tratados de manera muy teórica y, además, se suelen hacer pocas aproximaciones de la misma a la vida cotidiana de los estudiantes.

Aunque se han llevado a cabo diversas reformas curriculares, las cuales proponen nuevos enfoques para la enseñanza de las ciencias, lo que realmente sigue ocurriendo en las aulas es que la ciencia sigue estando reducida al estudio memorístico de conceptos, principios, modelos, teorías y leyes. De forma que la práctica científica pasa a ocupar un segundo lugar, la cual es la que verdaderamente les permitirá a los alumnos aprender cómo se hace la ciencia y familiarizarse con los procesos de investigación, así como cambiar sus concepciones cotidianas por concepciones científicas escolares. Teniendo en cuenta esta situación, no es sorprendente que en un gran número de ocasiones la evaluación de los estudiantes se base simplemente en la adquisición de todos estos conceptos de forma automática y memorística, o que la aplicación de los mismos al mundo en el que viven este limitada a meras actividades manipulativas dirigidas.

Este uso simplista de la ciencia tiene como consecuencia que los alumnos posean una visión dogmática de ella, de forma que la consideren como un conjunto de leyes, conceptos, hechos o teorías sobre el mundo ya existentes y acordados, que además les permite describir el mundo que nos rodea.

Para contribuir a cambiar esta situación, la finalidad principal de este trabajo es exponer una propuesta didáctica de enseñanza sobre Energía Térmica, a través de un enfoque basado en la indagación centrada en modelos. Esta propuesta está dirigida a los alumnos de 2º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) en la asignatura obligatoria de Física y Química.

Para comprender la decisión de elaborar esta propuesta mediante el mencionado enfoque, considero necesario partir exponiendo una serie de ideas que serán el

fundamento de este trabajo, además de aportar el análisis de otras propuestas y las observaciones realizadas durante mi experiencia en la intervención intensiva correspondiente a las prácticas externas de este Máster. Tomando como hilo conductor dichas ideas, el ÍNDICE GENERAL a seguir en este trabajo será el siguiente:

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	3
1.1. Concepciones alternativas: aprendizaje constructivista.....	3
1.2. Prácticas científicas.....	4
1.3. Competencia científica	6
1.4. Enseñanza basada en indagación y modelización.....	7
2. FUENTES PREVIAS AL DISEÑO DE LA ENSEÑANZA	8
2.1. Análisis del currículo	8
2.2. Concepciones alternativas sobre energía	10
2.3. Grandes ideas en Ciencias	13
2.4. Análisis y valoración de propuestas de enseñanza	17
3. PROPUESTA DE ENSEÑANZA.....	21
3.1. Secuencia de actividades	22
3.2. Valoración de la propuesta.....	36
4. CONCLUSIONES FINALES.....	37
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
ANEXOS	42
Anexo 1: Actividades clave en el proceso de indagación.....	42
Anexo 2: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje sobre energía.....	43
Anexo 3: Equilibrio térmico. Introducción al modelo energía.	46
Anexo 4: Equilibrio térmico. Uso del modelo de energía.	50

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Concepciones alternativas: aprendizaje constructivista

Toda persona va creando durante su vida un sistema de ideas y creencias sobre cómo suceden las cosas, sistema que le permite explicar el mundo que conoce y predecir hechos futuros. Se trata de un sistema dinámico que interactúa con la experiencia e información exterior construyendo significados mediante un proceso interno de regulación, de forma que el conocimiento es siempre construido activamente por el sujeto que aprende (Driver, 1986). Estas ideas y creencias son conocidas también como concepciones alternativas.

Pero la persona no sólo modifica sus esquemas internos en un sentido u otro en función de la información o experiencia que le llega del mundo físico exterior, sino que además lo hace en comparación con los esquemas e informaciones procedentes de los individuos que le rodean, una idea que entierra sus raíces en la psicología sociocultural de Vigotsky. Este énfasis en la importancia de la interacción con los demás en el proceso de regulación de esquemas caracteriza a la orientación del constructivismo social del aprendizaje (Martínez-Chico, 2013).

Los resultados de las investigaciones realizadas muestran que las concepciones alternativas son muy diferentes de las concepciones científicas y, además, las personas no abandonan fácilmente sus ideas aunque se les presente las ideas científicas de forma clara, ordenada y aparentemente convincente. La explicación de esta diferencia, así como la persistencia de las concepciones alternativas, hay que buscarla en las diferentes maneras de asimilar y producir conocimientos: las que utilizan las personas en su actividad cotidiana y las que utilizan los científicos en su actividad profesional (Martínez-Torregrosa y otros, 1993; Verdú y Martínez-Torregrosa, 2005).

Desde este punto de vista, las concepciones alternativas no consisten en simples errores o disparates, sino en explicaciones “legítimas” sobre determinados fenómenos del mundo que nos rodea; y aunque estén construidas mediante criterios y formas de razonar distintas, las personas tienen razones para pensar cómo piensan. El cambio de ideas, el aprendizaje científico, requiere así un cambio en las formas de razonar, familiarizando a los estudiantes con las características propias de la actividad científica,

una forma de pensamiento que no surge de forma espontánea en las personas (Martínez-Chico, 2013).

1.2. Prácticas científicas

Para explicar la diferencia entre las concepciones cotidianas que construimos y utilizamos las personas y las concepciones científicas, así como la persistencia de las primeras, algunos autores han señalado las diferentes maneras de producir conocimientos y criterios utilizados para aceptarlos como válidos, en definitiva, a las diferentes epistemologías: las que utilizan las personas en su actividad cotidiana y las que utilizan los científicos en su actividad profesional (Martínez-Torregrosa, Doménech y Verdú, 1993). Resumiendo a estos autores, podemos resaltar las diferencias entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico atendiendo a cinco dimensiones: la finalidad, el destinatario, la precisión en la expresión, los aspectos en los que centra su atención y el carácter confirmatorio vs. hipotético (López-Gay, 2018).

La identificación más precisa de cuáles son las prácticas científicas y las relaciones entre ellas depende de cómo se entienda la actividad científica. La figura 1 es una adaptación de la propuesta por el *National Research Council* (2012, p. 45), publicada originalmente por Osborne (2011, citado por López-Gay, 2018), y en ella se distinguen tres esferas de la actividad científica: indagación, modelización y argumentación. La indagación está más relacionada con el mundo real y cercano a actividades empíricas; la modelización está más relacionada con el mundo de las ideas, teorías y modelos, y cercana a actividades mentales; y, entre ambas, la argumentación más relacionada con la evaluación y crítica de cada paso de la indagación o la modelización. La separación en tres esferas se ha realizado a efectos de análisis e identificación, pues la actividad científica real involucra más de una esfera al mismo tiempo (Osborne, 2014, citado por López-Gay, 2018).

En nuestro ámbito más cercano se identifican esas tres prácticas o grupos de prácticas como las más representativas de la actividad científica: indagación, modelización y argumentación. Bargiela, Puig y Blanco (2018, citado por López-Gay, 2018), a partir de la revisión realizada, ofrecen una breve descripción de cada práctica y las operaciones asociadas a cada una de ellas:

- La *indagación* consiste en planificar y realizar diseños experimentales con el objetivo de responder preguntas o resolver ciertos problemas. Operaciones: Observar, formular preguntas, emitir hipótesis, diseñar experimentos, experimentar – manipular, investigar, explorar, interpretar información, recoger datos.
- La *modelización* es el proceso de creación, revisión y uso de modelos de una forma dinámica y creativa para explicar o predecir un fenómeno natural. Operaciones: explicar fenómenos naturales, representar entidades o fenómenos mediante dibujos, maquetas, etc., usar modelos.
- La *argumentación* consiste en evaluar los enunciados basándose en pruebas, e interacciona con las prácticas de modelización e indagación. Operaciones: usar e identificar pruebas, justificar respuestas, extraer conclusiones.

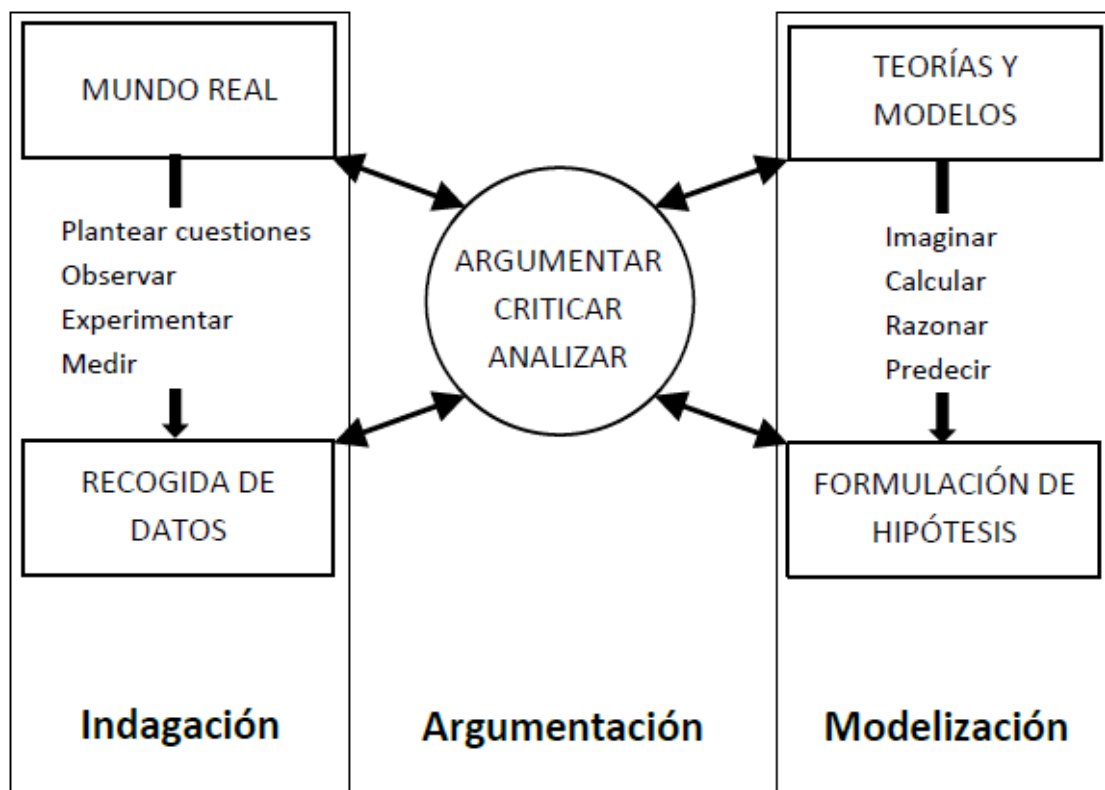


Figura 1. Las tres esferas de la actividad científica (adaptación NRC, 2012)

1.3. Competencia científica

En los últimos años se ha producido un fuerte consenso en torno a la necesidad de una ciencia para todos en la educación obligatoria debido a su importancia para el desarrollo personal, la inclusión social y la participación activa de los ciudadanos (Martínez-Chico, 2013). Ese consenso señala la importancia de la competencia científica entendida como la *capacidad y voluntad de utilizar los conocimientos y la metodología empleados para explicar la naturaleza con el fin de plantear preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas*, según el Consejo y el Parlamento de la UE; es decir, la capacidad de argumentar, utilizar pruebas para construir explicaciones y realizar actividades científicas como leer, escribir, hablar y escuchar (Sanmartí, 1997). Desde este punto de vista, la finalidad de la enseñanza de las ciencias es que los estudiantes sean capaces de aplicar los conocimientos construidos y no únicamente memorizar definiciones, que sean capaces de poner en práctica los procesos propios de la indagación científica (Martínez-Chico, 2013).

Dentro de la competencia científica, pueden considerarse tres capacidades requeridas para su desarrollo, presentes tanto en PISA como en los currículos del Ministerio de Educación (Jiménez-Aleixandre, 2010):

1. Identificar cuestiones científicas.
2. Explicar o predecir fenómenos aplicando el conocimiento científico adecuado.
3. Utilizar pruebas para extraer y comunicar conclusiones.

Sin embargo, no siempre resulta fácil para el profesorado trasladar al aula las recomendaciones prácticas que suelen aparecer en los documentos curriculares y se suele caer en el error de pensar que acercar la ciencia al alumnado se reduce a llevarlo a un laboratorio donde pueda manipular aparatos o practicar técnicas complejas. Por tanto, el alumnado debe implicarse en las prácticas científicas tomando parte en actividades de producción, evaluación y comunicación del conocimiento (Fuentes, 2016).

El desarrollo de competencias, la argumentación y el uso de pruebas, se alcanza con la práctica y, por tanto, es necesario un currículo basado en problemas auténticos en el que los estudiantes puedan reconocer su relación con la vida real (Fuentes, 2016).

1.4. Enseñanza basada en indagación y modelización

Con una visión amplia del contenido científico, la enseñanza basada en la indagación (“IBSE”, acrónimo del inglés *Inquiry Based Science Education*) pretende introducir a los alumnos en el conocimiento de ciencias así como en los procesos de investigación, de manera que conozcan y comprendan las ideas científicas y cómo los científicos estudian los fenómenos del mundo (Alake-Tuenter et al., 2012). Pero la IBSE no es sólo una visión amplia e integrada del conocimiento científico sino también un enfoque de enseñanza, una manera de organizar y desarrollar las clases que ayude a los profesores y alumnos a enseñar y aprender ciencias. Así se recoge explícitamente en dos de los proyectos europeos que se han centrado en los seis últimos años en la IBSE (Pollen y Fibonacci): *IBSE es un enfoque de enseñanza y aprendizaje de las ciencias basado en una concepción de cómo aprenden los alumnos, de la naturaleza de la investigación científica y de cuál es el contenido básico que hay que aprender.*

El proyecto europeo Pollen, desarrollado desde 2006 hasta 2009, es una referencia en nuestro contexto para entender la enseñanza basada en la indagación. Durante ese proyecto se elaboró un diagrama para representar un esquema de un proceso completo de indagación (Worth, Duque y Saltiel, 2009). En ese diagrama (Anexo 1) se resaltan seis actividades clave que sustentan el proceso: cooperar, discutir, debatir, intercambiar, reflexionar y registrar.

Es muy importante tener en cuenta lo que vamos a considerar como enfoque de enseñanza IBSE para evitar caer en el error de limitar la enseñanza por indagación a meras actividades manipulativas (conocidas como *hands-on activities*), ya que el objetivo es que exista una integración entre la teoría y el proceso de construcción del conocimiento (*minds-on activities*) (Martínez Chico, 2013).

Por otro lado, algunos investigadores han interpretado el aprendizaje de las ciencias como un proceso de modelización, que consiste en el perfeccionamiento de los modelos mentales de los estudiantes (representaciones incompletas e inestables que corresponden a lo que tienen realmente en su cabeza y guían su uso de las cosas). De acuerdo con esta visión del aprendizaje, proponen una enseñanza centrada en la modelización que permita a los estudiantes reflexionar y mejorar progresivamente sus propios modelos mentales a través de ciclos recurrentes de generación, evaluación y modificación, a fin

de conseguir acuerdo entre sus propias ideas y los datos obtenidos del mundo externo (Hernández, Couso y Pintó, 2014, citado por López-Gay, 2018).

Por tanto, la reformulación de la enseñanza por indagación pasa por incorporar en su centro neurálgico el proceso de modelización, resaltando que todas las actividades propias de la indagación deben estar orientadas a la evaluación y desarrollo de modelos mentales. Aunque muchos docentes han interpretado la indagación siempre desde esta perspectiva, se trata de salir al paso de la reducción procedimental y manipulativa que ha caracterizado a muchas propuestas de indagación (López-Gay, 2018).

2. FUENTES PREVIAS AL DISEÑO DE LA ENSEÑANZA

2.1. Análisis del currículo

El primer paso que debemos de dar antes de comenzar a elaborar cualquier propuesta didáctica enfocada a la enseñanza secundaria es analizar los elementos principales que componen el currículo, los cuales determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre dichos elementos, nos centraremos en objetivos, contenidos y competencias. Para abordar este punto, consultaremos el Real Decreto 1105/2014, por el que se establece el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y al Bachillerato. En él, se establece que la asignatura de Física y Química *juega un papel central en el desarrollo intelectual de los alumnos y las alumnas, además, como disciplina científica, tiene el compromiso añadido de dotar al alumno de herramientas específicas que le permitan afrontar el futuro con garantías, participando en el desarrollo económico y social al que está ligada la capacidad científica, tecnológica e innovadora de la propia sociedad.*

En el Real Decreto 1105/2014, se considera que *la distinción entre los enfoques fenomenológico y formal se vuelve a presentar claramente en el estudio de la Física, que abarca tanto el movimiento y las fuerzas como la energía.*

La respuesta a la cuestión de qué enseñar se establece en el mencionado decreto a través de los contenidos, pero se utilizan otros dos elementos curriculares: criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables para precisar con más detalle esos

contenidos y qué se entiende por su dominio. Estos tres elementos son entendidos en el decreto de la siguiente manera:

- **Contenidos:** *conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias. Los contenidos se ordenan en asignaturas, que se clasifican en materias y ámbitos, en función de las etapas educativas o los programas en que participe el alumnado.*
- **Criterios de Evaluación:** *son el referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado. Describen aquello que se quiere valorar y que el alumnado debe lograr, tanto en conocimientos como en competencias; responden a lo que se pretende conseguir en cada asignatura.*
- **Estándares de aprendizaje evaluables:** *especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el estudiante debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura; deben ser observables, medibles y evaluables y permitir graduar el rendimiento o logro alcanzado. Su diseño debe contribuir y facilitar el diseño de pruebas estandarizadas y comparables.*

Sea cual sea nuestra opinión sobre esta forma de precisar el qué enseñar, es obligado considerar conjuntamente los tres elementos para hacernos una idea de lo que expresa el currículo respecto a la enseñanza sobre la energía térmica. En concreto, todo lo relacionado con este tema en el currículo se encuentra dentro del bloque 5 (Energía) de la asignatura Física y química. El conjunto de contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de este bloque se muestran en la tabla 1 (Anexo 2) donde hemos resaltado en amarillo todo lo relacionado con la energía térmica.

El siguiente elemento que debemos de tener en cuenta para profundizar en nuestro análisis del currículo está relacionado con las competencias, las cuales son entendidas según el Real Decreto 1105/2014 como las *capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos.*

Por su parte, las recomendaciones de la Unión Europea (UE, 2006) también insisten en que *dados los nuevos retos que la globalización sigue planteando, cada ciudadano*

requerirá una amplia gama de competencias clave para adaptarse de modo flexible a un mundo que está cambiando con rapidez y muestra múltiples interconexiones.

Para una adquisición eficaz de las competencias y su integración efectiva en el currículo, deberán diseñarse actividades de aprendizaje integradas que permitan al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo. Para ello, el rol del docente es fundamental, puesto que debe ser capaz de diseñar tareas o situaciones de aprendizaje que posibiliten la resolución de problemas, la aplicación de los conocimientos aprendidos y la promoción de la actividad de los estudiantes (MEC 2014).

En el marco de la propuesta realizada por la Unión Europea, y de acuerdo con las consideraciones que se acaban de exponer, se han identificado siete competencias clave (MEC 2014):

- a. Comunicación lingüística.
- b. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c. Competencia digital.
- d. Aprender a aprender.
- e. Competencias sociales y cívicas.
- f. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
- g. Conciencia y expresiones culturales.

Hemos de advertir finalmente, que el análisis del currículo que hemos realizado no tiene como finalidad ceñirnos estrictamente a lo que en él se dice. Interpretamos el currículo de forma flexible, no de forma prescriptiva sino como una orientación o una ayuda para tomar decisiones sobre qué enseñar a nuestros alumnos.

2.2. Concepciones alternativas sobre energía

Las dificultades en el aprendizaje de la **energía** tienen su origen en las ideas previas de los estudiantes sobre dicho concepto (Solbes y Tarín, 2004). Son muchos los trabajos realizados sobre ideas de los estudiantes relacionadas con el concepto de energía; en particular, Bañas y otros (2004), enumeran de forma esquemática las siguientes ideas que forman parte de las concepciones de los estudiantes:

- Asocian energía con: a) llama, sol, calor, combustión, gasolina, gas, arder, temperatura; b) movimiento, funcionamiento, mecánica, energía cinética, potencial, centrales, viento, velocidad; c) electrodomésticos, corriente eléctrica, electricidad; d) esfuerzo, fuerza comer y dormir.
- Un número considerable piensa que la energía sólo puede existir en los seres vivos.
- No tienen una concepción clara del significado de energía potencial, ni de energía cinética.
- Los alumnos interpretan el papel de los aparatos que utilizamos en nuestra vida diaria como fuente o almacén de energía, en lugar de verlos como meros transformadores de la misma.
- Tienen la idea de que la energía es aprovechada en la misma proporción y produciendo los mismos resultados independiente del sistema que la utilice.
- No consideran la energía de tipo químico, aquella asociada a la estructura química de las sustancias.
- No saben cuál es la fuente de energía que se utiliza en una central térmica. Tienen un gran desconocimiento de cuáles son las fuentes primarias de energía.
- La energía es considerada como muy necesaria para el desarrollo de la humanidad, marca una gran pauta para el progreso favoreciendo la salud. Consideran que es poco contaminante, no se considera en general muy peligrosa y no se podría vivir sin ella.

Con respecto a los conceptos de **conservación y degradación de la energía**, los alumnos presentan numerosas concepciones, destacando la idea de que la energía se gasta, se consume, se acaba, etc., sin considerar el principio de conservación y, menos aún, el de degradación. Para ellos la energía no se conserva y se puede generar descansando, por ejemplo durmiendo (Bañas y otros, 2004):

- Un elevado número de alumnos considera transformaciones y cambios de estado en los que no interviene la energía y ocurren sin ningún tipo de intercambio ni degradación de la misma.
- Los alumnos tienen la idea de que la energía desaparece, sin considerar el principio de conservación de la misma, no son capaces de poner un ejemplo donde se observe claramente el proceso de conservación de la energía.

- El concepto de degradación lo confunden con el de consumo o pérdida de energía. No son capaces de generalizar el principio de degradación de la energía.
- Aseguran que puede existir el móvil perpetuo de primera especie.
- Se observa claramente que existe una idea alternativa entre lo que puede ser descansar con ganar energía, y entre esfuerzo físico brusco con un mayor consumo de energía.

Por otro lado, los alumnos identifican **trabajo** con esfuerzo, cuanto mayor sea el esfuerzo mayor es la cantidad de energía consumida o transferida. Es decir, No diferencian el trabajo en Física de lo que supone realizar un determinado esfuerzo físico (Bañas y otros, 2004).

Es constante la referencia que realizan los libros de texto en relación con el concepto de **calor** como: “algo”, “energía”, “cantidad de energía”, “los cambios de estado se producen cuando la materia toma o cede energía en forma de calor”, etc.; es decir hacen referencia a una energía que pasa de unos cuerpos a otros y no como un proceso de transferencia de energía; no es de extrañar que los alumnos tengan la idea alternativa de considerar el calor como algo material que puede pasar de unos cuerpos a otros y que sea considerado como una propiedad de los mismos y no se entienda como un proceso (Bañas y otros, 2004):

- La mayoría tiene la idea de que el calor es una forma de energía y no interpretan el concepto como un proceso de transferencia o modificación de energía.
- Consideran al calor como una propiedad de los cuerpos y no un proceso de transferencia. Aparece la idea alternativa de considerar el calor como algo material que puede pasar de unos cuerpos a otros.
- No tienen claro cuáles pueden ser los efectos de una transferencia de energía por medio del calor, ni en general acerca de la propagación de la energía.
- Cuando afirman que el calor se puede medir, lo identifican con la temperatura.

Con respecto a la energía interna, esta es identificada con **temperatura** en los libros de texto y los alumnos otorgan a la temperatura una propiedad extensiva sin considerarla en general como la medida de la agitación media de las partículas que forman un cuerpo o sistema; por otra parte en muchas ocasiones el calor se relaciona con la energía interna que pasa de unos cuerpos a otros; la suma de ambas ideas puede llevar a identificar calor

con temperatura, una idea alternativa muy común en estos alumnos (Bañas y otros, 2004):

- En general no consideran explícita ni implícitamente el principio del equilibrio térmico. No tienen en cuenta que todo sistema tiende al equilibrio térmico independientemente de la composición material que tenga. Se observa claramente como las sensaciones condicionan sus respuestas.
- No consideran constante la temperatura durante el cambio de estado. Afirman que la temperatura aumenta proporcionalmente con la masa. Según ellos, la transferencia de energía por medio del calor no depende de la composición material de los elementos o sistemas que intervienen y la temperatura que alcanzan es la misma. Presentan ideas alternativas en relación a las variables que condicionan el aumento o disminución de temperatura.
- Se otorga a la temperatura una propiedad extensiva y no es considerada como magnitud intensiva relacionada con la agitación media de las partículas.
- El alumno tiende a confundir e identificar calor con temperatura.

Pero tener ideas alternativas sobre la energía o conceptos relacionados no es exclusivo de los estudiantes y se han detectado ideas alternativas, en ocasiones coincidentes con las de los estudiantes, en profesores (Mellado, Blanco y Ruiz, 1999). Además, algunos docentes la consideran como una idea abstracta, una sustancia material o utilizan un lenguaje inadecuado (Solbes y Tarín, 2004).

Las ideas alternativas del alumnado son complejas y tienen múltiples causas que inciden en su formación: las experiencias y observaciones de la vida cotidiana, el profesorado, los libros de texto y otros materiales escolares, la interferencia del lenguaje cotidiano y el científico, los medios de comunicación, y la cultura propia de cada civilización (Bañas y otros, 2004).

2.3. Grandes ideas en Ciencias

En octubre del año 2009, tuvo lugar un seminario cuyo objetivo era la identificación de las “ideas clave” que deberían abordar los estudiantes en la educación en ciencias y que les permitiesen entender, disfrutar y maravillarse con el mundo actual (Publicado por: *The Association for Science Education (ASE)*, 2010). La preocupación de los

participantes en este seminario estaba enfocada a conseguir una mejora de la educación en ciencias a nivel internacional, estableciendo así una serie de “*grandes ideas*” en ciencias que incluyan ideas *de* la ciencia e ideas *acerca* de la ciencia. Se concretó también, que una de las múltiples metas de la educación en ciencias debe estar orientada a desarrollar la comprensión de esas “grandes ideas” en los estudiantes.

Ideas de la ciencia

1. Todo material en el Universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
2. Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
3. El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
4. La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.

(Todos los procesos o eventos involucran cambios y algunos procesos requieren de energía para ocurrir. La energía puede ser transferida desde un cuerpo a otro en varias formas. En estos procesos algo de energía cambia a una forma menos fácil de utilizar. Una vez utilizada, la energía proveniente de combustibles fósiles, ya no está disponible en una forma conveniente para su uso. La energía no ser creada o destruida).

5. La composición de la Tierra y de la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan a su clima.
6. El sistema solar es una muy pequeña parte de una de los millones de galaxias en el Universo.
7. Los organismos están organizados en base a células.
8. Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos.
9. La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
10. La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Ideas acerca de la ciencia

11. La ciencia supone que para cada efecto hay una o más causas.

12. Las explicaciones, las teorías y modelos científicos son aquellos que mejor dan cuenta de los hechos conocidos en su momento.

(Una teoría científica o modelo que representa las relaciones entre las variables o componentes de un sistema debe ajustarse a las observaciones disponibles en el momento y conducir a predicciones que puedan ser sometidas a prueba. Cualquier teoría o modelo es provisional y está sujeto a revisión a la luz de nuevos datos aunque haya conducido a predicciones de acuerdo a los datos el pasado. Cada modelo tiene sus fortalezas y limitaciones para dar cuenta de las observaciones).

13. El conocimiento generado por la ciencia es usado en algunas tecnologías para crear productos que sirven a propósitos humanos.

14. Las aplicaciones de la ciencia tienen con frecuencia implicaciones éticas, sociales, económicas y políticas.

Es evidente que las grandes ideas que hemos identificado son complejas y en su mayoría implican abstracciones que van mucho más allá del alcance de los niños pequeños. No se puede enseñar en esta forma, cualquier intento de hacerlo solo podría generar la memorización de palabras que tienen poco significado en relación con los acontecimientos del mundo natural. Es así que debemos preguntarnos, a través de qué cambios los niños desarrollan estas grandes ideas *de* y *sobre* la ciencia, comenzando por sus primeras exploraciones de los objetos y acontecimientos a su alrededor (ASE, 2010).

Empezamos con ideas pequeñas y contextualizadas que los niños de primaria serán capaces de entender a través de actividades apropiadas y con el apoyo adecuado. Les siguen las ideas que al comienzo de la secundaria los estudiantes pueden desarrollar dada su creciente capacidad de pensamiento abstracto que les permite ver la conexión entre fenómenos u observaciones (por ejemplo, que ciertos cambios pueden ser explicados en términos de transferencia de energía, o que las propiedades de los materiales se puede explicar teniendo en cuenta que la materia se compone de partículas). Cuando la exploración del mundo natural se amplía después en la educación

secundaria, continuar con esta creación de patrones y vínculos permite a los estudiantes comprender las relaciones y modelos que pueden utilizar para dar sentido a una amplia variedad de experiencias tanto previas como nuevas (ASE, 2010).

Si nos centramos ahora en la idea *de* la ciencia 4 (La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir) para llevar este progreso a cabo (ASE, 2010):

Hay varias maneras de hacer que las cosas cambien o puedan ocurrir. Se puede cambiar el movimiento de las cosas al empujar o tirar. El calentamiento también las puede cambiar, como al cocinar, fundir los sólidos o cambiando el agua a vapor. La electricidad puede hacer que las bombillas se iluminen.

En todos esos casos, lo que se necesita para producir el cambio se llama energía y en el proceso de cambio la energía se transfiere de un objeto a otro. Un objeto que transfiere energía a otro se llama fuente de energía, aunque esto no significa que "cree" energía sino que la obtiene de sí mismo o de otra fuente.

Los objetos poseen energía debido a su composición química (como en los combustibles y pilas), su movimiento, su temperatura, su posición en un campo gravitatorio o de otro campo, o debido a la compresión o distorsión de un material elástico. La energía puede ser almacenada levantando un objeto más alto que el nivel del suelo de manera que cuando se libera y cae, esta energía almacenada puede hacer cambiar algo. Cuando un objeto se calienta tiene más energía que cuando está frío. El calor se transfiere desde un objeto que está a una temperatura superior hacia otro con el cual está en contacto y que se encuentra a una temperatura menor, hasta que ambos objetos llegan a la misma temperatura. La rapidez de este proceso depende del tipo de material por el cual fluye el calor. Los productos químicos en las celdas de una batería almacenan energía que se libera cuando la batería está conectada generando una corriente eléctrica que transporta la energía. La energía puede ser transportada por la radiación, como el sonido o la luz en el aire.

Muchos de los procesos y fenómenos se explican en términos de intercambios de energía, desde el crecimiento de las plantas al tiempo atmosférico. La transferencia de energía que hace que las cosas sucedan casi siempre resulta en

la producción de energía térmica indeseada que se distribuye por conducción o radiación. La energía térmica es el movimiento al azar de los átomos y moléculas y la energía no puede ser fácilmente utilizada de esta forma.

La energía no puede crearse ni destruirse. Cuando la energía se transfiere de un objeto a otro, la cantidad total de energía en el universo se mantiene igual; la cantidad que un objeto pierde es igual que la que otros objetos ganan. Cuando el Sol calienta la Tierra, el Sol va gradualmente perdiendo energía por radiación. La masa de los átomos es una forma de energía almacenada, llamada energía nuclear. Los átomos radiactivos pueden liberar esta energía y hacerla disponible en forma de radiación.

En todo el mundo, la demanda de energía aumenta en la medida en que las poblaciones humanas crecen y porque los estilos de vida modernos requieren más energía, sobre todo en la forma de energía eléctrica. Puesto que los combustibles, utilizados con frecuencia en centrales eléctricas y generadores, son un recurso limitado, se debe buscar otras formas de generación de electricidad, al mismo tiempo que reducir la demanda mejorando la eficiencia en los procesos en los que la usamos.

Considerar el progreso en las ideas como una extensión gradual desde ideas sobre sucesos u objetos particulares hasta aquellas que son potentes para explicar un amplio rango de experiencias, tiene claras implicaciones para la pedagogía. Debemos de considerar el progreso como lateral en lugar de vertical, con grandes ideas extendiéndose gradualmente a partir de otras más pequeñas, no necesariamente en una progresión gradual. Parte del proceso puede ser imaginado como completar un puzle. Aunque las piezas se pueden ensamblar en cualquier secuencia, ayuda comenzar ensamblando unas pocas piezas relacionadas entre sí para formar secciones más grandes que pueden ser más fácilmente reconocibles como partes del todo (ASE, 2010).

2.4. Análisis y valoración de propuestas de enseñanza

Antes de comenzar a con el diseño de mi propuesta de enseñanza he considerado de gran importancia la realización de un análisis de otros trabajos que han sido utilizados para trabajar con los alumnos el tema de la Energía Térmica. En particular, he utilizado

la propuesta realizada en el Proyecto Sensociencia a través de dos secuencias de enseñanza (ver Anexo 3 y 4), justificadas y comentadas en la revista Alambique (López-Gay, Jiménez Liso y Martínez Chico, 2015). Este análisis me ha permitido tener una visión más amplia del tema y de su forma de mostrárselo a los estudiantes así como me ha ayudado a concretar un orden, comenzando por un bloque descriptivo para, posteriormente, introducir el modelo de energía.

Para llevar a cabo dicho análisis he utilizado un guión previo que se centra en las siguientes cuestiones: cuáles son las ideas que han aprendido los estudiantes, si estas ideas pueden ser expresadas previamente, si se llevan a cabo prácticas científicas y si hay alguna actividad especialmente interesante para poder introducirla en mi secuencia de actividades. Además, he añadido una valoración global de la secuencia para poder tener una visión de todo su conjunto.

Equilibrio térmico. Introducción al modelo energía:

- ¿Qué ideas habrán aprendido los estudiantes al final?

Se exponen las ideas que habrán aprendido los estudiantes de forma explícita dentro de la secuencia:

- Justificación o utilidad del modelo de energía: describir mediante un modelo común procesos aparentemente distintos como cambiar la velocidad o tocar con la mano.
- Un objeto gana o pierde energía térmica cuando aumenta o disminuye su temperatura.
- La energía puede transferirse de un objeto a otro. Toda la energía que un objeto pierde es ganada por el otro. Es decir, estamos trabajando tanto la transferencia como la conservación, las cuales son ideas fundamentales del modelo de energía en general.
- Todo objeto emite energía al exterior, en mayor cantidad cuanto mayor es su temperatura.
- Un objeto alcanza el equilibrio térmico cuando la cantidad de energía que emite es la misma que la que recibe

- **¿Los estudiantes pueden expresar y discutir sus propias ideas antes de llegar a las ideas finales?, ¿cómo se consigue que las expresen y discutan?**

Los estudiantes pueden ir diciendo y discutiendo todo lo que piensan a lo largo de la secuencia puesto que los enunciados de las actividades que van realizando van fomentando este diálogo y exposición de ideas, ya que usan verbos como explica, estima, describe, etc. Además, a medida que van obteniendo los diferentes resultados de las actividades van construyendo un modelo que les permita explicar la energía térmica y su transferencia.

- **¿Qué prácticas científicas se llevan a cabo?**

Van realizando prácticas científicas a lo largo de toda la secuencia puesto que a medida que ellos van exponiendo cuáles son sus ideas personales acerca de la energía térmica y expresando cuáles son sus hipótesis, van comprobando si esto es cierto o no, ya que van dando respuestas a preguntas con sentido. Además, confirman o rechazan esas hipótesis basándose en pruebas, es decir, diseñan, discuten, obtienen y analizan resultados, llegan a conclusiones, comunican, etc. Finalmente buscan la generalización, más allá de los resultados inmediatos: una misma explicación coherente para una gran variedad de situaciones y fenómenos.

De esta manera, están realizando indagación ya que están llevando a cabo actividades relacionadas con el mundo real, pero también están realizando modelización puesto que están elaborando un modelo que les permita explicar y predecir fenómenos relacionados con la energía térmica. Además, la argumentación también entra en juego ya que evalúan cada paso que dan en la indagación y modelización.

- **¿Hay alguna actividad especialmente interesante?**

La A1 me parece realmente interesante puesto que una de las concepciones alternativas que tienen los alumnos es que no tienen en cuenta que un sistema tiende al equilibrio térmico, ellos consideran que cada parte del sistema posee una temperatura propia. Además suelen relacionar tejidos como lana con temperaturas más altas y materiales como el hierro con temperaturas más bajas.

A través de esta actividad, considero que esta concepción alternativa podría atajarse de una manera muy directa y sencilla.

- **¿Cuál sería la valoración global?**

Considero que mediante esta secuencia los conceptos que se proponen al comienzo pueden afianzarse en el alumno puesto que se ha realizado un aprendizaje significativo ya que hemos partido de lo que ellos piensan, o las concepciones que ellos tenían acerca de la energía térmica para, a partir de ahí, construir el conocimiento científico.

Una cuestión importante tanto en esta secuencia (construcción del modelo), como en la siguiente, es que se insertan en un modelo más amplio de energía. De forma que construimos el modelo general de energía mediante aproximaciones sucesivas.

Equilibrio térmico. Uso del modelo de energía:

- **¿Qué ideas habrán aprendido los estudiantes al final?**

Se exponen las ideas que habrán aprendido los estudiantes de forma explícita dentro de la secuencia:

- La energía puede transferirse de un objeto a otro. Toda la energía que un objeto pierde es ganada por el otro.
- Todo objeto emite energía al exterior, en mayor cantidad cuanto mayor es su temperatura
- Un objeto alcanza el equilibrio térmico cuando la cantidad de energía que emite es la misma que la que recibe
- La capacidad calorífica de un objeto es la cantidad de energía que absorbe o emite cuando su temperatura cambia 1 °C
- A igualdad de masa, la capacidad calorífica del aceite es menor que la del agua
- **¿Los estudiantes pueden expresar y discutir sus propias ideas antes de llegar a las ideas finales?, ¿cómo se consigue que las expresen y discutan?**

Los estudiantes pueden ir diciendo y discutiendo todo lo que piensan a lo largo de la secuencia puesto que los enunciados de las actividades que van realizando van fomentando este dialogo y exposición de ideas, ya que les pide que predigan lo que va a pasar en cada uno de los experimentos realizados. La expresión de ideas se promueve concretamente en A1, A2 y A3.

- **¿Qué prácticas científicas se llevan a cabo?**

En esta secuencia principalmente se está aplicando un modelo que los mismos estudiantes han construido en sesiones anteriores, de manera que están comprobando si ese modelo es útil y se puede usar de forma general. Es decir, se está llevando a cabo la evaluación del modelo mediante indagación.

- **¿Hay alguna actividad especialmente interesante?**

En este caso me parece realmente interesante la A2, puesto que también podemos usarla para que comprendan el equilibrio térmico, que, como ya sabemos es una de sus concepciones alternativas con respecto a la energía térmica.

- **¿Cuál sería la valoración global?**

Considero que mediante esta secuencia los conceptos que se proponen al comienzo pueden afianzarse en el alumno puesto que se ha realizado un aprendizaje significativo ya que hemos partido de lo que ellos piensan, o las concepciones que ellos tenían acerca de la energía térmica para a partir de ahí construir el conocimiento científico.

3. PROPUESTA DE ENSEÑANZA

Durante los dos periodos que dediqué a la realización de las prácticas de este Máster, tuve la oportunidad de analizar distintos grupos de Educación Secundaria Obligatoria. Mi intervención intensiva tuvo lugar concretamente en 2º ESO, en la asignatura de Física y Química, concretamente sobre la Energía Térmica.

El enfoque de enseñanza usado por José, mi tutor profesional, con los alumnos se dividía en dos partes. En la primera parte, el profesor realiza pequeñas intervenciones sobre el contenido a tratar, estas intervenciones son complementadas con la lectura del libro de dicho contenido en voz alta, realizada cada día un alumno/a, elegido por orden de lista. La segunda parte de la clase la dedica a hacer ejercicios y actividades, sobre todo problemas pues que es lo que más trabajo les costaba a los alumnos debido a que tienen que aplicar diferentes fórmulas. Para la evaluación de los alumnos mi tutor se basa sobre todo en las notas de los diferentes exámenes que realizan a lo largo del trimestre.

La propuesta que planteo en este trabajo fue llevada a cabo durante mi intervención en el centro de enseñanza. Mi principal objetivo era intentar aproximar al alumnado lo máximo posible a las prácticas científicas y que pudieran entender la relación entre los diferentes contenidos estudiados con los fenómenos con los rodean, para que de esta manera los alumnos pudieran apreciar la ciencia y valorar su gran utilidad.

He de añadir que, como un gran número de alumnos estaban adaptados al sistema que seguía mi tutor, tuve que compaginar mi secuencia de actividades con lecturas del libro del tema que tratábamos ese día, pues sino los alumnos no tenían la sensación de que avanzaban en el tema. Además, si no comprobaban que venía en el libro preguntaban si eso caía en el examen, lo que era su mayor preocupación.

3.1. Secuencia de actividades

A continuación, se mostrará la secuencia de actividades llevada a cabo en el aula, donde las actividades están incluidas dentro del tema a desarrollar, por lo que también aparecerán párrafos explicativos que aportan información al estudiante. Esta información ha sido extraída del libro de texto que los estudiantes usan elaborado por el Grupo Edebé (Garrido, 2016), y completada con el libro de texto elaborado por el Grupo Axarquía (Hierrezuelo, 2003).

Mediante el desarrollo de esta propuesta en el aula de 2º ESO, he intentado que los estudiantes desarrollen la competencia científica, identificando cuestiones, explicando, realizando predicciones de fenómenos utilizando el modelo, y utilizando pruebas para extraer y comunicar las conclusiones.

TEMA 9: LA ENERÍA TÉRMICA

1. BLOQUE DESCRIPTIVO: MODELO SIMPLE DE INTERCAMBIO DE TEMPERATURA

1.1. La mano no es un buen medidor de la temperatura. El termómetro sí lo es.

A1: Se entrega un termómetro a cada grupo, la cual deben de encender e interpretar el valor de la temperatura que indica: es la temperatura del “baño de

aire” en el que estamos inmersos. A continuación, deben medir la temperatura de su mano cerrada o del pliegue formado por el brazo y el antebrazo al doblarse.

Comentarios A1: Una vez que se han realizado las mediciones hay que interpretar lo que está ocurriendo entre la sonda y nuestra mano: nuestra temperatura baja y la temperatura de la sonda sube, hasta que se iguala la temperatura de ambos (equilibrio térmico). Los alumnos comentaron que al final nuestra temperatura corporal no ha bajado, sólo al principio, por ello les expliqué que nuestro organismo se encarga de mantener nuestra temperatura constante gracias a las reacciones de combustión entre nuestros nutrientes y el oxígeno que respiramos.

El cuerpo humano está a una temperatura aproximada de 36,5 °C, temperatura que casi siempre es superior a la del ambiente.

A2: ¿Cuál es la temperatura del tablero de la mesa? ¿Y la de la pata?

Comentarios A2: En primer lugar tocaron con la mano tanto el tablero como la pata de la mesa y, después de discutir las diferentes predicciones que tenían cada uno de ellos, comprobamos la temperatura real midiendo con el termómetro.

Por lo tanto, continuamente estamos cediendo temperatura desde nuestro cuerpo al medio exterior. De esta forma cuando tocamos un material que está a una temperatura baja, la temperatura de nuestro cuerpo disminuye (al menos inicialmente) y tenemos la sensación de que el material está «frío». En el caso en que el material se encuentre a una temperatura alta, la temperatura de nuestro cuerpo aumenta (al menos inicialmente) y tenemos la sensación de que el material está «caliente».

Tenemos la sensación de que “un objeto está frío” cuando la temperatura de nuestro cuerpo disminuye al tocar el objeto. Así, al tocar la pata de la mesa decimos que la pata está fría. Pero en el caso de la madera, aunque la temperatura sea la misma que la de la pata, la temperatura de nuestro cuerpo disminuye más lentamente y no tenemos esa sensación que la madera esté fría. La razón es que el hierro nos hace bajar la temperatura muy rápido (el hierro es buen conductor térmico) mientras la madera nos hace bajar la temperatura lentamente (la madera es un mal conductor o, lo que es lo

mismo, un buen aislante térmico). Así pues, nuestra mano mide la sensación térmica y no la temperatura real de la pata o el tablero de la mesa.

Nuestra mano es un mal medidor de la temperatura, sólo mide la sensación térmica. Para medir la temperatura real de un objeto usamos los termómetros.

1.2. Equilibrio térmico

A3: ¿Este intercambio de temperatura y equilibrio térmico es propio exclusivamente de nuestra mano?

Cuando dos cuerpos que están a diferentes temperaturas entran en contacto, el que está a mayor temperatura se enfría, mientras que el que está a menor temperatura se calienta. Uno “pasa” temperatura al otro. Al cabo de un tiempo suficiente, ambos tendrán la misma temperatura (intermedia). Se alcanza el estado de **equilibrio térmico**.

Ejemplo: Si un trozo de hierro a 90 °C lo echamos en agua a 10 °C, el hierro se enfría y el agua se calienta un poco, de forma que al final la temperatura del hierro y la del agua es la misma y está entre 10 y 90 °C.

1.3. Rapidez de ese intercambio: conductividad térmica. Aislantes y conductores. Temperatura distinta de sensación térmica.

Si acercas el extremo de una barra de acero a un radiador a alta temperatura, al cabo de unos momentos el otro extremo sube también su temperatura. Para explicar este hecho se dice que el acero es un buen conductor térmico o mal aislante térmico. Es una característica propia de los metales y otras sustancias como el vidrio. (Ejemplo: qué sucede cuando echamos una bebida caliente o muy fría en un vaso de cristal o cuando tocamos el cristal de una ventana que da al exterior).

Si ahora acercamos el extremo de una barra de madera al radiador, el otro extremo tarda mucho en subir su temperatura. Decimos que la madera es un mal conductor térmico o buen aislante térmico. Esto ocurre con la lana, el aire, la madera, los plásticos, etc.

Cuando en un proceso interesa una transmisión rápida de temperatura se utilizan conductores térmicos: en la construcción de baterías de cocina, de calentadores de butano, en aparatos de refrigeración y calefacción, etc.

Cuando interesa que la transmisión sea lenta se utilizan aislantes: utilizamos ropa que crea una cámara de aire para abrigarnos, mangos de plástico para los utensilios de cocina, aislantes térmico en las paredes de las casas, también en las paredes de frigoríficos, etc.

Las sensaciones de «frío» o de «calor» están relacionadas con la rapidez con la que la temperatura sale o entra en nuestro cuerpo. No sólo depende de la temperatura del cuerpo que toquemos, también depende de si ese cuerpo es buen o mal conductor. Si el cuerpo es buen conductor, como puede ser algo metálico, favorece el paso de temperatura y la sensación de frío o calor es grande. Si el cuerpo es mal conductor, dificulta el paso del calor y la sensación de frío o calor es pequeña. Es por ello, que la sensación que nosotros notemos será diferente de la temperatura real que posee el cuerpo.

A4: Explica por qué los cazos de cocina o las sartenes tienen los mangos de plástico o de madera.

A5: ¿Sabrías explicar por qué los esquimales pueden vivir en iglúes de hielo?

1.4. Construcción de un termómetro.

Puntos de referencia: congelación y ebullición del agua. Escala centígrada, escala Fahrenheit. ¿Existe un límite máximo de T? (ejemplos), ¿mínimo? Escala absoluta o kelvin.

Para construir un termómetro se utilizan los **puntos fijos** que suelen ser la temperatura de fusión del hielo y ebullición del agua a la presión de una atmósfera, dos procesos que ocurren siempre a una temperatura determinada. Para ello se coloca el termómetro dentro de hielo que se está fundiendo; al cabo de un tiempo tendrá la misma temperatura que el hielo (equilibrio térmico) y se marca la altura que alcanza el líquido termométrico (mercurio, alcohol...). Se repite la operación con agua que está hirviendo y, de nuevo se marca una señal que corresponda a la altura que alcanza el líquido termométrico. El espacio comprendido entre ambas señales se divide en un número determinado de intervalos iguales y se marcan las señales correspondientes.

Según los valores que se asignen a las marcas anteriores se obtienen las distintas escalas termométricas.

- **Escala Celsius:**

Al punto de fusión del hielo se le da el valor 0 y al de ebullición del agua 100. Se divide el intervalo de 0 a 100 en 100 partes, cada una de ellas es un grado Celsius, también llamado grado centígrado. Su símbolo es °C.

La escala Celsius es la que se usa en la mayor parte de los termómetros que utilizamos.

- **Escala Fahrenheit:**

Esta escala la diseñó Daniel G. Fahrenheit, al punto de fusión del hielo se le da el valor 32 y al de ebullición del agua 212. Se divide este intervalo de 32 a 212 en 180 partes iguales, cada una de ellas es un grado Fahrenheit cuyo símbolo es °F. Esta escala se usa fundamentalmente en el mundo anglosajón (Gran Bretaña y USA). Su relación con la escala Celsius es:

Explicación de por qué uso esos valores: empleo como primer punto de referencia la temperatura de congelación de una mezcla de sal, amonio y agua a partes iguales. A esta le dio el valor cero (por ello cuando midió la fusión del hielo eran 32). El otro punto de referencia fue el de la temperatura del cuerpo humano, al que le dio el valor 96.

A6: ¿Existe un límite máximo de T? ¿Y un mínimo?

Comentarios A6: De esta actividad concluimos que existe un límite inferior: -273 °C, pero no existe un máximo

- **Escala absoluta o Kelvin:**

Al punto de fusión del hielo se le da el valor 273 (más exactamente 273,16) y al de ebullición del agua 373 (373,16). Se divide este intervalo en 100 partes, cada una de ellas es un kelvin. Su símbolo es K. También es una escala centígrada. Es la escala más usada en los cálculos científicos y técnicos. Entre ambas escalas existe la siguiente relación:

En esta escala, no hay valores negativos porque el valor cero Kelvin (0 K) es la temperatura más baja que existe en el universo.

El Kelvin, K, es la unidad de temperatura del Sistema Internacional, SI.

A7: ¿Cuántos °F crees que son 0 °C, 100 °C, 50 °C y 25°C?

Comentarios A7: Tras la realización de esta actividad introduce las diferentes equivalencias entre las tres escalas.

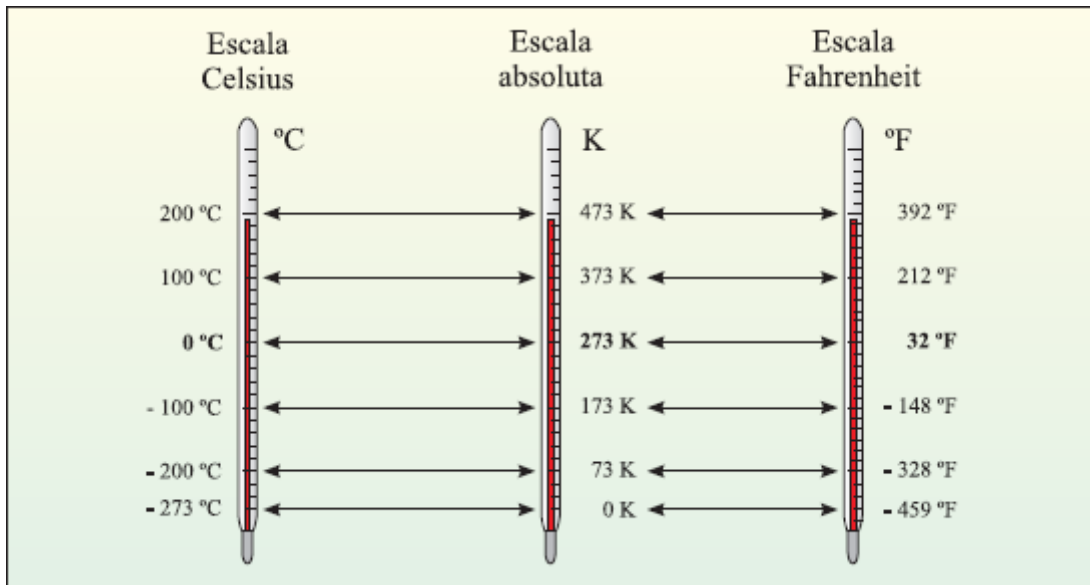


Figura 2: Equivalencias entre las escalas termométricas, Celsius, absoluta y Fahrenheit.

Tabla 1: Relaciones entre las escalas termométricas.

Relaciones entre escalas	
$K = °C + 273$	$°C = K - 273$
$°F = \frac{180}{100} °C + 32$	$°C = \frac{100}{180} °F - 32$

A8: ¿Qué temperatura crees hay en cada uno de estos sitios? (Tabla 3)

Comentarios A8: El fin de esta actividad era que comprobaran que la temperatura puede llegar a ser muy elevada o muy baja en ciertos lugares del Universo. Elegí el Universo ya que pude comprobar que era un tema que les llama bastante la atención y que les resultaba muy novedoso, pero a la vez muy desconocido.

Tabla 2: Temperatura de diferentes lugares del universo.

Lugar	Temperatura
La Tierra	14 °C (287 K)
Núcleo de la Tierra	6700 °C (6973 K)
Venus	464 °C (737 K)
Marte	- 55 °C (218 K)
Mercurio	166 °C (440 K)
Júpiter	- 121 °C (152 K)
Universo	- 270 °C (3 K)
Sol	5.505 °C (5.778 K) / Amarillo
Interior del Sol	Hasta 15 millones de K
Próxima Centauri	3042 K / Rojo
Sirio (La más brillante)	10000 K / Blanco
La Luna (día, cuando le da el Sol)*	123 °C (396 K)
La Luna (noche, cuando no le da el Sol)*	- 233 °C (40 K)

*Día significa la parte a la que le da el Sol en ese momento

A9: ¿A qué es debido este cambio tan brusco en la temperatura si la Luna está a la misma distancia del Sol que la Tierra?

Comentarios A9: Mediante esta actividad y realizando en la pizarra un dibujo similar al que aparece en la figura 3, pude explicarles brevemente lo positivo del efecto invernadero en nuestra atmósfera: regular la temperatura (si no hubiese atmósfera, la temperatura media del planeta sería -20 °C, con atmósfera es 14°C)

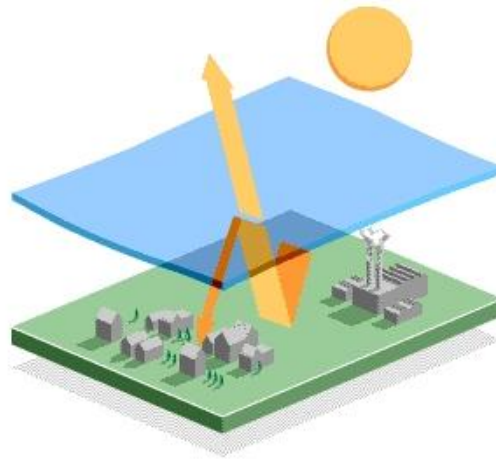


Figura 3: El efecto invernadero de nuestra atmósfera.

Además, también pudimos hacer hincapié en el aspecto negativo del mismo. Si se acentúa un poco el efecto invernadero debido al aumento en nuestra atmósfera de gases como el CO_2 , sube un poco la T, lo cual tendrá efectos catastróficos como el deshielo de los polos o la subida del nivel del mar, además del aumento de desastres naturales como huracanes. Para que pudieran visualizar esta correlación entre el aumento del CO_2 y el aumento de la temperatura media global, realicé en la pizarra una grafica similar a que aparece en la figura 4.

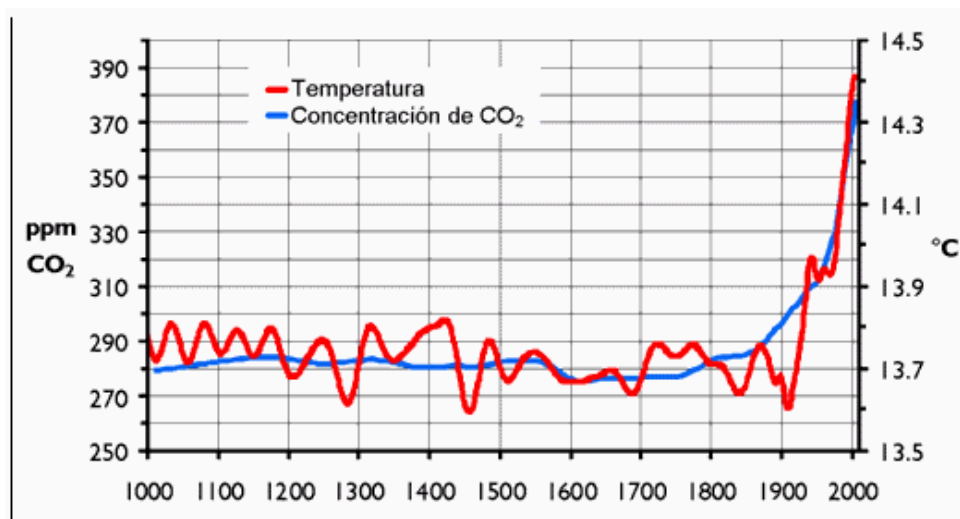


Figura 4: Muestra la relación entre el aumento del CO_2 en los últimos mil años y el aumento de la temperatura media global durante ese tiempo.

A10: ¿Tienen colores las estrellas?

Comentarios A10: Como he mencionado anteriormente el Universo era un tema que les fascinaba por ello introduje esta actividad como una curiosidad para ir comentándola mientras realizábamos la A9.

Tabla 3: Color de las estrellas dependiendo de su temperatura.

Temperatura	Longitud de onda máxima	Color
40,000 K	72.5 nm	Azul
20,000 K	145 nm	Azul claro
10,000 K	290 nm	Blanco
7,500 K	387 nm	Amarillo blanco
5,500 K	527 nm	Amarillo
4,000 K	725 nm	Naranja
3,000 K	966 nm	Rojo

2. CONSTRUCCIÓN Y USO DEL MODELO DE ENERGÍA

A11: Indicar diferentes formas de aumentar la temperatura de un clip.

2.1. Hay distintas maneras de aumentar la temperatura de un objeto.

- Metiéndolo en un vaso de agua caliente
- Acercarlo a un radiador o una llama
- Poniéndolo al Sol
- En la mano
- Frenándolo/arrastrándolo
- Haciéndole pasar la corriente eléctrica (pila)

Aunque también podemos encontrar otras muchas maneras de aumentar la temperatura del objeto.

A12: ¿Qué le ocurre al clip? ¿Y al otro objeto?

2.2. Descripción en cambio de propiedades a cambio de energía

- La temperatura del objeto aumenta y la temperatura de XXX disminuye
- La temperatura del objeto aumenta y la velocidad de XXX disminuye
- La temperatura del objeto aumenta y las sustancias de la pila disminuyen

Todos estos procesos tienen en común que para aumentar la energía de un objeto disminuye la del otro.

Vamos a traducir todo esto en términos de energía.

La energía del objeto aumenta y la de XXX disminuye

- La energía térmica del objeto aumenta y la energía térmica del XXX disminuye.
- La energía térmica del objeto aumenta y la energía cinética del objeto disminuye.
- La energía térmica del objeto aumenta y la energía eléctrica de la pila disminuye.

Comentarios A12: A medida que íbamos contestando las preguntas de la A11 y la A12 íbamos realizando una tabla (tabla 5) en la pizarra, la cual completamos cuando tradujimos todo lo que habíamos comentado en términos de energía.

Tabla 4: Diferentes formas de aumentar la temperatura de un clip y las consecuencias tanto el clip como para la del otro objeto.

Diferentes formas	¿Qué le pasa al clip?	¿Y “al que calienta”?
Agua caliente	$\uparrow T / E_T \uparrow Q$	$\downarrow T / E_T \downarrow Q$
Radiador/Llama	$\uparrow T / E_T \uparrow Q$	$\downarrow T / E_T \downarrow Q$
Sol	$\uparrow T / E_T \uparrow Q$	$\downarrow T / E_T \downarrow Q$
Mano	$\uparrow T / E_T \uparrow Q$	$\downarrow T / E_T \downarrow Q$
Frenándolo	$\uparrow T / E_T \uparrow W$	$\downarrow V / E_C \downarrow W$
Pila	$\uparrow T / E_T \uparrow W$	Sust. pila cambian / $E_Q \downarrow W$

Para traducir estos cambios de temperatura en términos de energía realmente nos hemos basado en el **modelo cinético-molecular**, el cual posee como principios:

- La materia está formada por partículas separadas entre sí
- Las partículas se encuentran en movimiento constante, determinado por la fuerzas de atracción y repulsión entre ellas.

De forma que lo que nosotros hemos denominado como energía térmica, realmente es igual a la energía cinética que poseen las partículas que forman toda la materia. Entonces, definiremos **energía térmica** como la que posee un cuerpo como consecuencia del movimiento de las partículas que lo componen.

A13: Analizar en el siguiente video, el cual se puede visualizar pinchando en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=7Mv4bRgY3t0>

Comentario A13: Este video, en el cual aparece la difusión de la tinta de un bolígrafo en agua caliente y en agua fría, fue de gran ayuda para que comprendieran la teoría cinético-molecular, ya que pudieron observar algo que *a priori* no se podía visualizar pues estábamos hablando del movimiento de las partículas que forman la materia.

2.3. ¿Son posibles los procesos inversos? Degradación de la energía.

En la naturaleza no suceden. Generalmente, cuando usamos la energía para algún proceso, utilizamos energía de una determinada calidad y al final del proceso tenemos la misma cantidad de energía, pero de peor calidad, generalmente energía térmica que aumenta su temperatura. Decimos que la energía se ha **degradado**. En el lenguaje cotidiano decimos que «se ha consumido energía», aunque en realidad sigue existiendo la misma cantidad de ella, pero ahora de calidad inferior.

Ejemplo: El final del universo será cuando todo esté en forma de energía térmica y a la misma temperatura, entonces no podremos aprovechar esa energía

2.4. Calor

Hablaremos de calor sólo para referirnos a la transferencia de energía térmica a energía térmica (T t), es decir, en el primer caso de nuestros tres ejemplos anteriores. En el resto de los casos hablaremos de trabajo para la transferencia de la energía.

A14: ¿Cómo puedo calentar mi mano?

Comentarios A14: Mediante esta actividad mi intención es que fueran diciendo diferentes maneras para calentarse las manos para, posteriormente, clasificarlas dentro de las diferentes formas que podemos encontrar de clasificar el calor. Como por ejemplo, cogiendo una barra metálica y acercando esta a un radiador o una llama (conducción) o, directamente, acercando mi mano al radiador (convección).

El calor se puede propagar de tres maneras diferentes:

- **Conducción:** se propaga el calor de un punto a otro de un sólido sin desplazamiento de sus partículas. Esto es a lo que hemos denominado anteriormente conductividad térmica, la cual era necesaria para que un material fuera conductor. De manera que si calentamos una barra de acero por un extremo, al cabo de unos momentos el otro extremo se calienta también.
- **Convección:** la materia a diferente temperatura se desplaza y mezcla hasta que se alcanza el equilibrio térmico. Una estufa calienta el aire más próximo, y este

aire se desplaza por la habitación siendo sustituido en las proximidades de la estufa por otro que esté a menor temperatura.

A15: ¿Cómo nos llega la energía del sol?

- **Radiación:** no interviene partículas materiales que lo transporten. El ejemplo más característico es la luz del Sol.

2.5. Efectos del calor sobre un objeto

- **Aumentar su temperatura:** El volumen ocupado por un cuerpo cambia cuando lo hace la temperatura a la que está. Se llama **dilatación** al aumento de volumen de un cuerpo cuando aumenta su temperatura. Se llama **contracción** a la disminución de volumen de un cuerpo cuando disminuye su temperatura.
Ejemplo: La separación que podemos encontrar en las vías del tren o en los puentes cuando circulamos por la autovía.

A16: ¿Qué le sucede a un bloque de hielo a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ cuando se pone en contacto con un objeto a alta temperatura: $400\text{ }^{\circ}\text{C}$?, ¿qué le sucede al objeto?

A17: ¿Cambia la temperatura del bloque de hielo?

- **Cambios de estado:** Recordemos que una misma sustancia se puede encontrar en fase o estado sólido, líquido o gaseoso y cambiar de uno a otro estado. Mientras el hielo está fundiendo, la temperatura permanece constante en un valor de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Una vez que termina la fusión, si seguimos calentando, la temperatura del agua líquida asciende hasta que, a los $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, comienza a hervir y a producirse vapor, pudiendo comprobar que, mientras dura este nuevo cambio de estado, la temperatura se mantiene constante en $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ a pesar de estar suministrando calor continuamente.

Así pues, para que se produzca la fusión o la vaporización (una vez alcanzadas ciertas temperaturas conocidas como temperatura de fusión y de ebullición), hay que estar suministrando calor continuamente.

Si interpretamos este proceso en términos de energía: Dicho calor se está aprovechando para producir el cambio de estado no para aumentar la temperatura.

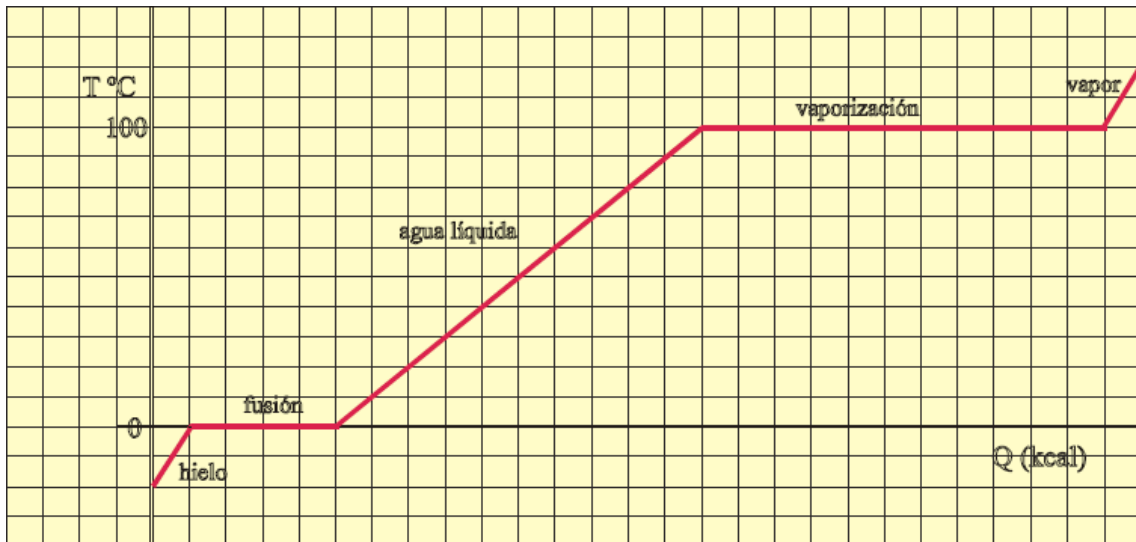


Figura 5: Gráfica de la temperatura en función del tiempo, correspondiente a un trozo de hielo sacado del congelador de un frigorífico, que se va calentando hasta que se convierte totalmente en vapor de agua.

¡Cuidado con el lenguaje!

Hay diferencias entre el lenguaje científico y el lenguaje cotidiano. En la ciencia, las palabras tienen significados muy precisos, mientras que en la vida diaria se usan las palabras con menos precisión. Así, expresiones que en el lenguaje diario todos sabemos lo que quieren decir, se expresan en un lenguaje científico de otra forma. Algunos ejemplos son:

Lenguaje cotidiano	Lenguaje científico
Hace calor.	La temperatura es alta.
Hace frío.	La temperatura es baja.
Esta manta da mucho calor.	Esta manta es un buen aislante, impide que salga energía desde nuestro cuerpo hacia el exterior.
El congelador le dio frío al agua y la convirtió en hielo.	El congelador le quitó energía al agua y disminuyó su temperatura hasta que cambió a hielo.
El acero es muy frío	No existen cuerpos fríos. La sensación de frío se debe a la pérdida de energía de nuestro organismo. El acero es un buen conductor del calor y favorece que nuestro organismo ceda energía al medio ambiente.

Figura 6: Comparación entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico.

3.2. Valoración de la propuesta

Para la valoración de esta propuesta de una adecuada fue esencial la observación diaria así como la escucha de comentarios entre los alumnos como con la profesora, en este caso yo misma. Además, también ha tenido gran relevancia las anotaciones diarias que fui realizando de las reacciones de los alumnos cuando llevábamos a cabo cada una de las actividades. Por otro lado, preste especial atención también a los resultados de las actividades y las producciones de los alumnos, valorando si estaban completas, correctas o si se adecuaban a lo que decían en clase y a lo que se trabajaba.

Todos estos, fueron indicadores importantes ya que me proporcionaron información sobre si el procedimiento era más adecuado o menos apropiado, si motivaba más a los alumnos o tenía el efecto contrario.

Basándome en los indicadores anteriormente mencionados puede decir que la secuencia de actividades funcionó bastante bien con los alumnos, ya que los alumnos respondía y seguían a las mil maravillas la dinámica de la clase, además, en cierta ocasión me pidieron que continuara la hora siguiente dando clase lo que me mostró la gran motivación que había conseguido despertarles por el tema. Esta anécdota también me hizo darme cuenta que cuando se motiva al alumnado introduciendo curiosidades referentes al tema en cuestión pero que les llamen la atención o ejemplos de la vida cotidiana, muestran mucho más entusiasmo en aprender puesto que yo considero que le ven un por qué a estudiar ese contenido.

Finalmente, he de mencionar también como recomendación y propuesta de mejora, la importancia de dedicar el tiempo suficiente al pensamiento lento del alumnado para que así el estudiante pueda razonar, experimentar y comprender por el mismo. La intervención intensiva en el centro educativo me ha hecho darme cuenta de lo importante que es trabajar la comunicación entre los alumnos, ya que esto les permitirá desarrollar la habilidad tanto de debatir como de argumentar, fomentando así el respeto entre iguales. Es por ello que considero que en esta secuencia podrían introducirse algunas actividades que requirieran el trabajo en grupo, de esta manera solo trabajaríamos más las habilidades comunicativas sino que creo que también se fomentaría la motivación y el entusiasmo del alumnado.

4. CONCLUSIONES FINALES

Tras mi experiencia vivida durante tanto durante el periodo de prácticas como en mi trayectoria como alumna desde estudios de infantil hasta mis estudios universitarios, puedo asegurar que sigue existiendo un gran predominio en el enfoque tradicional de la enseñanza dentro de las aulas. Desde mi punto de vista, el problema está en que este tipo de enfoque puede limitar el contenido en ciencias a un conjunto de leyes, conceptos, hechos o teorías sobre el mundo ya existentes, y que son adquiridos por los estudiantes de una forma memorística, de forma que se reduce así el contenido científico.

Hay veces que se intenta relacionar el contenido científico con la vida cotidiana de cualquier persona. Esto se suele hacer mediante actividades manipulativas, las cuales únicamente consiguen una adquisición del contenido conceptual por parte de los estudiantes. Pero lo que es necesario conseguir es que los alumnos aprendan el contenido de la ciencia para que no se limiten a una simple descripción del mundo en el que viven, sino que también sean capaces de construir y validar el conocimiento que van adquiriendo.

Teniendo en cuenta esta visión más amplia de una necesidad de cambio hacia dónde debe ir orientado el contenido científico, nace esta secuencia de actividades basada en indagación y modelización y dedicada a la enseñanza del tema Energía Térmica.

Como se ha mencionado anteriormente en el apartado de fundamentación teórica, el enfoque metodológico IBSE introduce a los alumnos no solo en el conocimiento de las ciencias sino que también en los procesos de investigación, estableciéndose así la importancia de que los estudiantes conozcan y entiendan la naturaleza de la indagación científica, comprendiendo para ello las ideas científicas y cómo los científicos estudian los fenómenos del mundo.

Pero una enseñanza de este tipo también implica una manera de organizar y desarrollar las clases que ayude tanto a los docentes como a los alumnos a enseñar y aprender ciencias. Por ello, debemos de ser cautelosos para no caer en el error de llevar a las aulas una serie de actividades sobre indagación pero que carezcan del contenido básico. Por este motivo, considero que es bastante importante intentar detectar si los alumnos

piensan, realizan preguntas, argumentan, debaten, buscan pruebas, etc., en definitiva, detectar que están involucrados en el proceso de aprendizaje.

Desde mi punto de vista, para que este proceso funcione la mejora debe de comenzar en la preparación de los futuros docentes, pues ellos son la base de la enseñanza y los que tienen el poder para llevar a cabo un cambio significativo en nuestro sistema educativo. Por otro lado, los docentes deben de desarrollar ciertas habilidades como ser críticos y reflexivos así como tener un adecuado conocimiento científico y didáctico del contenido que enseñan, saber de indagación, modelización, argumentación, etc. Todo esto les hará competentes no solo para motivar a los alumnos, sino también para desarrollar y fomentar la comunicación y los debates, haciendo que el pensamiento resulte productivo.

Pero la cuestión es: *¿es posible conseguir que todos los docentes, desde los más noveles hasta los más veteranos, adquieran estos conocimientos y habilidades?* En mi opinión, no es suficiente con una simple preparación durante un año de Máster y más aún cuando la inmensa mayoría del contenido no focaliza el cambio de una manera adecuada. Es importante destacar, que al presentar un nuevo enfoque de enseñanza a estudiantes que ya han creado sus propias ideas sobre las ciencias, es probable que se produzca una fuerte “colisión”, la cual no suele tener mucha aceptación por ellos. O incluso, en ocasiones, ocurrirá lo contrario, habrá alumnos que ni siquiera sean conscientes de que se está trabajando para impulsar esa transformación.

Es por todo lo mencionado que considero que es completamente necesario un cambio en el sistema educativo que no solo afecte al alumnado sino también a todo el elenco de docentes que lo forman, desde los que están en formación hasta los que llevan años en activo. No demos de olvidarnos que en este cambio también juegan un papel muy importante y deben de involucrarse todos los profesores que imparten clases en carreras relacionadas con las Ciencias.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alake-Tuenter, E., Biemans, H.J.A., Tobi, H., Wals, A.E.J., Oosterheert, I. y Mulder, M. (2012). Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34 (17), 1–32.

Bañas, C., Mellado, V., Ruiz, C. (2004). Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo de educación secundaria obligatoria. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 21(3), 296-312.

Bargiela, I.M., Puig, B. y Blanco P. (2018). Las prácticas científicas en infantil. Una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 7-23.

Consejería de Educación, Junta de Andalucía (2016). *Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.* (BOJA núm. 144 de junio de 2016).

Driver, R. (1986). Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(1), 3-16.

FIBONACCI project. (2010). Disseminating Inquiry-Based Science and Mathematics Education in Europe. Último acceso el 11 de mayo de 2019 desde <http://www.fibonacciproject.eu/>

Fuentes, S. (2016). *Propuesta didáctica para la Enseñanza/Aprendizaje de la Tectónica de placas basada en indagación* (Trabajo Fin de Máster). Universidad de Almería, Almería.

Garrido, A., Lorenzo, E., Estela, J., Centelles, S., y López, J. (2016). *Física y Química 2º ESO*. Barcelona: Edebé.

Harlen, W. (2010). *Principles and Big Ideas in Science Education*. Hatfield: ASE.

Hernández, M.I., Couso, D. y Pintó, R. (2014). Analyzing Students' Learning Progressions Throughout a Teaching Sequence on Acoustic Properties of Materials with

a Model-Based Inquiry Approach. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 356-377.

Hierrezuelo, J., Bullejos, J., Molina, E., Montero, A., Mozas, T., Rebollo, M., Ruiz, G., Sampedro, C., del valle, V. y Yus, R. (2003). *Ciencia de la Naturaleza 2º*. Torre del Mar: Elzevir. [Recuperado en abril de 2019 de: <https://editorialelzevir.wordpress.com/>]

Jiménez-Aleixandre, M.P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona. Ed. Graó.

López-Gay, R., Jiménez liso, M.R. y Martínez Chico, M. (2015). Enseñanza de un modelo de energía mediante indagación y uso de sensores. *Alambique*, 8, 38-48.

López-Gay, R. (2018). *Proyecto docente e investigador*.

Martínez-Chico, M. (2013). *Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza* (Tesis doctoral). Universidad de Almería, Almería.

Martínez-Torregrosa, J., Domenech, J.L. y Verdú, R. (1993). Del derribo de ideas al levantamiento de puentes: la epistemología de la ciencia como criterio organizador de la enseñanza en las ciencias física y química. *Curriculum*, nº 6/7 (extra), 67-89.

MEC. (2014). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. (BOE núm. 3 de enero de 2015).

Mellado, V., Blanco, L. J., Ruiz, C., (1999). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial del profesorado. Estudios de caso sobre la enseñanza de la energía*. Universidad de Extremadura. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas. Último acceso el 20 de marzo de 2019 desde: <https://www.eweb.unex.es/eweb/dcem/L99aprenenscc.pdf>

NRC, National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.

Osborne, J. (2011). Science teaching methods: A rationale for practices. *School Science Review*, 343, 93-103.

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196.

Sanmartí, N. (1997). Enseñar a elaborar textos científicos en la clase de ciencias. *Alambique*, 12, 51–61.

Serra, R., Caballer, M. J. (1997). El profesor de ciencias también es profesor de lengua. *Alambique*, 12, 43-50.

Solbes, J., Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 185–194.

POLLEN Project. (2006). *Seed Cities for Science a community approach for a sustainable growth of science education in Europe*. Último acceso el 11 de marzo de 2019 desde: <http://www.pollen-europa.net>

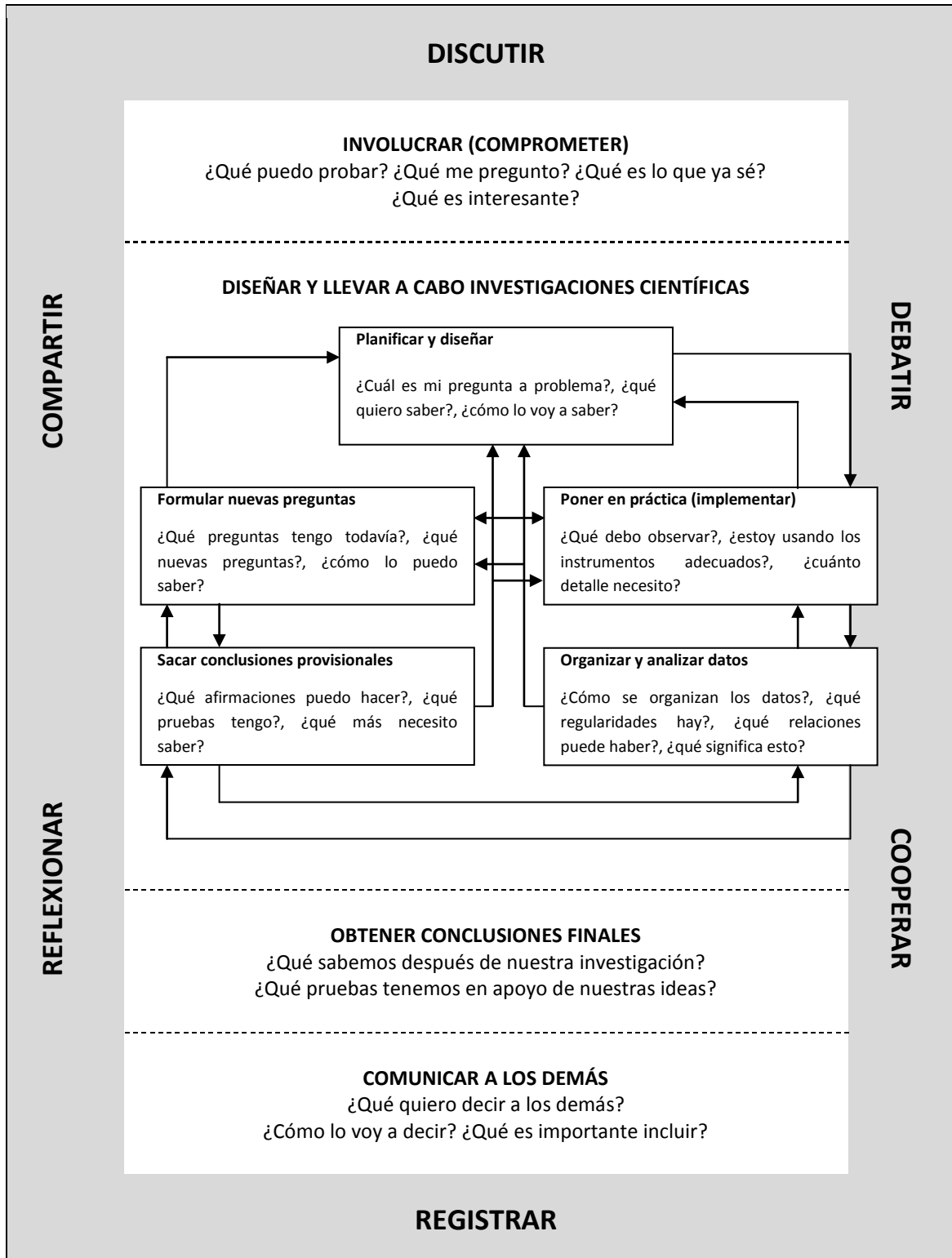
UE. (2006). *Recomendación del Parlamento Europeo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. Diario Oficial de la UE, 30/12/2006. Bruselas.

Verdú, R., y Martínez-Torregrosa, J. (2005). *La Estructura Problematizada de los Temas y Cursos de Física y Química como Instrumento de Mejora de su Enseñanza y Aprendizaje*. Tesis doctoral editada por la autora.

Worth, K., Duque, M. y Saltiel, E. (2009). *Designing and implementing inquiry-based science units for primary education, the Pollen project* (www.pollen-europa.net).

ANEXOS

Anexo 1: Actividades clave en el proceso de indagación (Traducido de Worth, Duque, y Saltiel, E., 2009).



Anexo 2: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje sobre energía.

Tabla 1: Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje sobre energía.

Contenidos	Criterios de Evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 5. Energía		
<p>Energía. Unidades. Tipos Transformaciones de la energía y su conservación. Energía térmica. El calor y la temperatura. Fuentes de energía. Uso racional de la energía. Electricidad y circuitos eléctricos. Ley de Ohm. Dispositivos electrónicos de uso frecuente. Aspectos industriales de la energía.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer que la energía es la capacidad de producir transformaciones o cambios. 2. Identificar los diferentes tipos de energía puestos de manifiesto en fenómenos cotidianos y en experiencias sencillas realizadas en el laboratorio. 3. Relacionar los conceptos de energía, calor y temperatura en términos de la teoría cinético-molecular y describir los mecanismos por los que se transfiere la energía térmica en diferentes situaciones cotidianas. 4. Interpretar los efectos de la energía térmica sobre los cuerpos en situaciones cotidianas y en experiencias de laboratorio. 5. Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar el impacto medioambiental de las mismas y reconocer la importancia del 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Argumenta que la energía se puede transferir, almacenar o disipar, pero no crear ni destruir, utilizando ejemplos. 1.2. Reconoce y define la energía como una magnitud expresándola en la unidad correspondiente en el Sistema Internacional. 2.1. Relaciona el concepto de energía con la capacidad de producir cambios e identifica los diferentes tipos de energía que se ponen de manifiesto en situaciones cotidianas explicando las transformaciones de unas formas a otras. 3.1. Explica el concepto de temperatura en términos del modelo cinético-molecular diferenciando entre temperatura, energía y calor. 3.2. Conoce la existencia de una escala absoluta de temperatura y relaciona las escalas de Celsius y Kelvin. 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. 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. 4.2. Explica la escala Celsius estableciendo los puntos fijos de un termómetro basado en la dilatación de un líquido volátil. 4.3. Interpreta cualitativamente fenómenos cotidianos y experiencias donde se ponga

	<p>ahorro energético para un desarrollo sostenible.</p> <p>6. Conocer y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique aspectos económicos y medioambientales.</p> <p>7. Valorar la importancia de realizar un consumo responsable de las fuentes energéticas.</p> <p>8. 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>9. 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>10. Valorar la importancia de los circuitos eléctricos y electrónicos en las instalaciones eléctricas e instrumentos de uso cotidiano, describir su función básica e identificar sus distintos componentes.</p> <p>11. Conocer la forma en la que se genera la</p>	<p>de manifiesto el equilibrio térmico asociándolo con la igualación de temperaturas.</p> <p>5.1. Reconoce, describe y compara las fuentes renovables y no renovables de energía, analizando con sentido crítico su impacto medioambiental.</p> <p>6.1. Compara las principales fuentes de energía de consumo humano, a partir de la distribución geográfica de sus recursos y los efectos medioambientales.</p> <p>6.2. Analiza la predominancia de las fuentes de energía convencionales) frente a las alternativas, argumentando los motivos por los que estas últimas aún no están suficientemente explotadas.</p> <p>7.1. Interpreta datos comparativos sobre la evolución del consumo de energía mundial proponiendo medidas que pueden contribuir al ahorro individual y colectivo.</p> <p>8.1. Explica la corriente eléctrica como cargas en movimiento a través de un conductor.</p> <p>8.2. 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>8.3. Distingue entre conductores y aislantes reconociendo los principales materiales usados como tales.</p> <p>9.1. Describe el fundamento de una máquina eléctrica, en la que la electricidad se transforma en movimiento, luz, sonido, calor, etc. mediante ejemplos de la vida cotidiana, identificando sus elementos principales.</p> <p>9.2. 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>9.3. Aplica la ley de Ohm a circuitos sencillos para calcular una de las magnitudes involucradas a partir de las dos, expresando el resultado en las unidades del Sistema Internacional.</p> <p>9.4. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular circuitos y medir las</p>
--	---	---

	<p>electricidad en los distintos tipos de centrales eléctricas, así como su transporte a los lugares de consumo.</p>	<p>magnitudes eléctricas.</p> <p>10.1. Asocia los elementos principales que forman la instalación eléctrica típica de una vivienda con los componentes básicos de un circuito eléctrico.</p> <p>10.2. Comprende el significado de los símbolos y abreviaturas que aparecen en las etiquetas de dispositivos eléctricos.</p> <p>10.3. Identifica y representa los componentes más habituales en un circuito eléctrico: conductores, generadores, receptores y elementos de control describiendo su correspondiente función.</p> <p>10.4. Reconoce los componentes electrónicos básicos describiendo sus aplicaciones prácticas y la repercusión de la miniaturización del microchip en el tamaño y precio de los dispositivos.</p> <p>11.1. Describe el proceso por el que las distintas fuentes de energía se transforman en energía eléctrica en las centrales eléctricas, así como los métodos de transporte y almacenamiento de la misma.</p>
--	--	--

Anexo 3: Equilibrio térmico. Introducción al modelo energía.



SC

No IBSE, no sensores. Preguntas que justifican la introducción de modelo simple de energía.

- Estimar y aprender a medir con la sonda. Identificar la indicación del termómetro con la temperatura de la sonda.
- Predecir y comprobar procedimientos para aumentar la temperatura de la sonda. Reconocer la existencia de una interacción.
- Descripción de la inter-acción mediante el inter-cambio de magnitudes: $T - T_s$, $v - T$. **Insuficiencia:** ¿magnitudes distintas? ¿calórico?
- Introducción del **modelo:** El intercambio de energía como modelo unificador de las interacciones. Relación entre cambio de magnitud y **cambio de energía. Transferencia y conservación.** ¿Degradación?
- Explicación del intercambio "inmediato" de energía térmica: emisión / absorción continua de energía. **Equilibrio térmico.**

2

SC

A1. ¿Cuál es la temperatura del aire (*temperatura ambiente*) en el aula?, ¿cuál es la temperatura de la cinta de papel que hay sobre la mesa?
Realiza primero una estimación de cada una de esas medidas y después mide con el termómetro.

3

SC

T aire: 20,4 °C T cinta de papel: 20,4 °C

El termómetro indica la temperatura media de su sonda, que es de acero inoxidable.

4

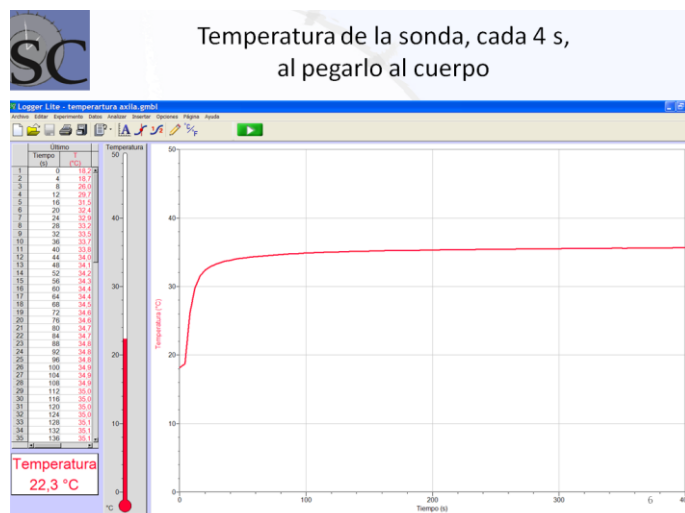
SC

A2. Explica dos procedimientos distintos para aumentar la temperatura que indica el termómetro (20,4 °C).


La mano disminuye su **temperatura**. El termómetro aumenta su **temperatura**.
Podemos observar con más detalle la evolución de la temperatura del termómetro al pegarlo al cuerpo

La cinta disminuye su **rapidez**. El termómetro aumenta su **temperatura**.
¿Conoces otros ejemplos en los que una disminución de rapidez provoque un aumento de temperatura?

5




A2. Explica dos procedimientos distintos para aumentar la temperatura que indica el termómetro (20,4 °C).



La mano disminuye su **temperatura**. El termómetro aumenta su **temperatura**.

¿Qué se intercambian entre la mano y la sonda?



La cinta disminuye su **rapidez**. El termómetro aumenta su **temperatura**.

¿Qué se intercambian entre la cinta y la sonda?

Modelo de energía para explicar la interacción (acción mutua) entre dos objetos

- Cuando dos objetos interactúan decimos que **uno de ellos transfiere energía al otro**. ¿Cómo sabemos que un objeto ha cambiado su energía?
- Por el cambio en alguna propiedad que podemos medir:
 - Cuando un objeto aumenta su rapidez gana energía cinética, cuando disminuye su rapidez pierde energía cinética.
 - Cuando un objeto aumenta su temperatura gana energía térmica, cuando disminuye su temperatura pierde energía térmica.
- En el proceso de transferencia, **toda la energía que un objeto pierde es ganada por otro u otros**.

A3. Describe la transferencia de energía en cada caso




La mano transfiere energía a la sonda. La mano pierde energía térmica y la sonda gana energía térmica.



La cinta transfiere energía a la sonda. La cinta pierde energía cinética y la sonda gana energía térmica.

SC ¿La mano sólo cede energía al coger la sonda?
Completamos el modelo de energía

- Todos los objetos emiten energía a su entorno, en mayor cantidad cuanto mayor es su temperatura
- Los objetos también pueden absorber energía que ha sido emitida por su entorno
- Cuando la energía que emite un objeto es igual a la que absorbe, entonces su temperatura permanece constante. Se dice que se encuentra en **equilibrio térmico**.



10

SC ¿Qué hemos aprendido?

- Un objeto gana o pierde energía térmica cuando aumenta o disminuye su temperatura.
- **La energía puede transferirse de un objeto a otro. Toda la energía que un objeto pierde es ganada por el otro.**
- Todo objeto emite energía al exterior, en mayor cantidad cuanto mayor es su temperatura
- Un objeto alcanza el equilibrio térmico cuando la cantidad de energía que emite es la misma que la que recibe

11

SC Dudas:

- ¿Es preferible limitarnos al inter-cambio de temperatura y renunciar a introducir el modelo de energía por innecesario? En ese caso, el significado de las flechas se reduce a la transferencia de temperatura
- Ventaja: menos abstracción. Inconveniente: nos limitamos a un modelo empírico o de propiedades y renunciamos a un modelo interpretativo. Renunciamos a trabajar una *Big Idea*. No ponemos en cuestión la idea implícita de calórico.
- ¿Cómo justificar entonces que la transferencia de temperatura finalice?, ¿cómo justificar el equilibrio térmico? La transferencia de temperatura es mayor cuanto mayor es la diferencia, si no hay diferencia cesa la transferencia.
- Si hay tiempo, se debería incluir A1 de la presentación siguiente (describir proceso calentar agua: aplicación del modelo)

12

Anexo 4: Equilibrio térmico. Uso del modelo de energía.



SC

IBSE completo, dirigido y simplificada. Sensores.

- Uso del modelo de energía: transferencia, conservación, equilibrio. La indagación para profundizar en el modelo y no para construirlo
- Destrezas indagativas básicas (medir, llevar a cabo experimentos...) y superiores (comunicar, argumentar, diseñar...)
- Pregunta científica: una mezcla de agua a 80 °C y aceite a temperatura ambiente, ¿cómo evoluciona la temperatura de cada uno?
- Hipótesis justificadas haciendo uso (espontáneo, dirigido) del modelo: expresión verbal, expresión gráfica
- Diseño de experiencias para probar la hipótesis
- Análisis de resultados: confirmatorios y no-confirmatorios. Fortalecimiento y/o modificación del modelo. Nuevos conceptos: capacidad calorífica.
- Hojas de recogida de información

1

SC

A1. Echamos en un vaso 90 g de agua a temperatura ambiente. Mediante un calentador elevamos la temperatura del agua hasta que alcanza 80 °C. **Indica en el dibujo, mediante flechas, la entrada y salida de energía en el agua durante el calentamiento**

The slide contains two images. On the left is a photograph of a glass beaker filled with water, placed on a digital scale. On the right is a schematic diagram of a beaker on a red heater. A blue arrow points upwards from the heater into the beaker, representing energy input. Two vertical lines with arrows at the top extend from the water surface, representing energy output (evaporation).



A2. En el vaso con 90 g de agua a 80 °C, vamos a añadir 90 g de aceite que se encuentra a temperatura ambiente.
¿Cómo crees que va a cambiar la temperatura del agua y la temperatura del aceite en los siguientes 15 minutos?
Escribe tu hipótesis, explicando en qué te basas.

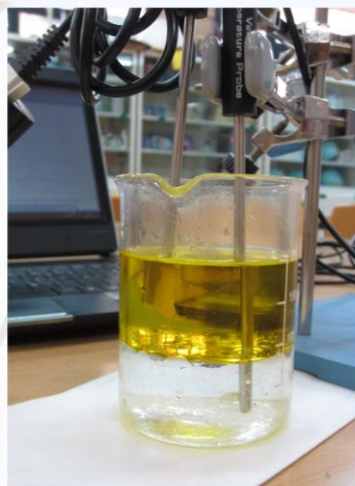


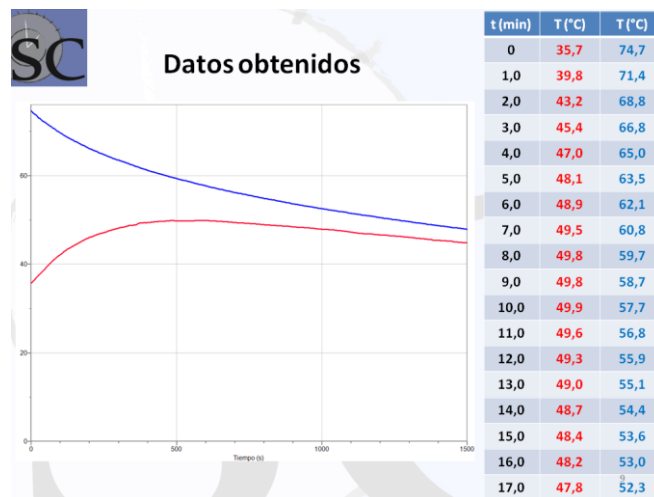
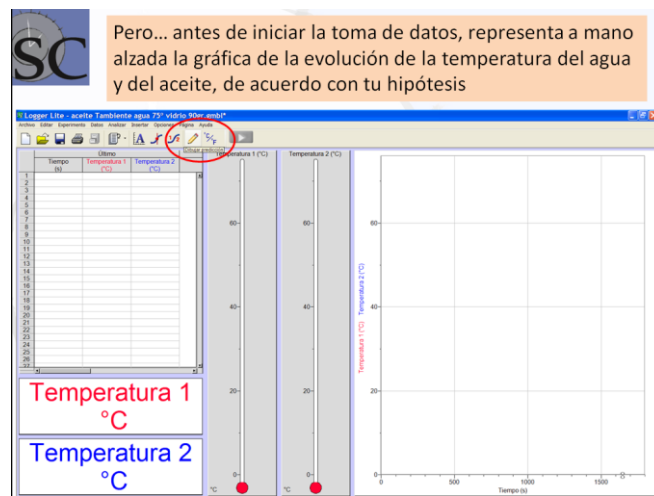
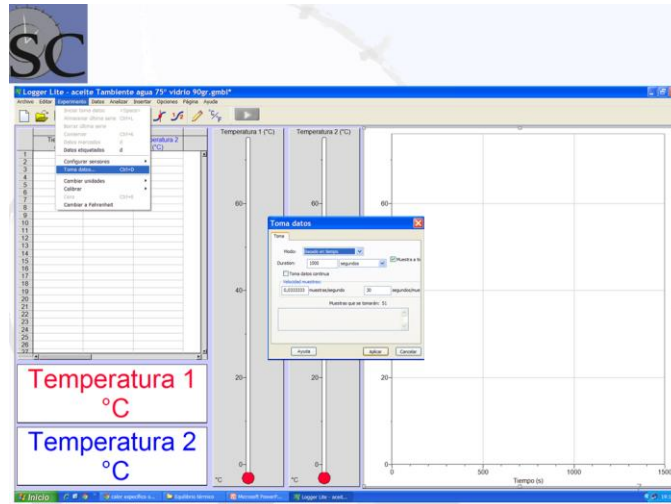
A3. ¿Cómo puedes saber si tu hipótesis se ajusta a la realidad?



A3. ¿Cómo saber si tu hipótesis se ajusta a la realidad?

Usa dos sensores de temperatura conectados al mismo ordenador.
Realiza el montaje y procede después a la toma de datos.







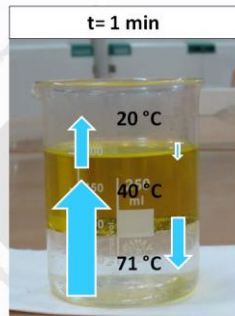
A4. Análisis de datos. Redacta tus respuestas:

1. ¿En qué aspectos los resultados obtenidos confirman tu hipótesis?
2. ¿En qué aspectos los resultados obtenidos no coinciden con lo que habías adelantado?, ¿puedes explicar a qué se debe esa discrepancia? En concreto:
 - a) ¿Quién cambia más bruscamente su temperatura durante los tres primeros minutos?, ¿por qué?
 - b) ¿Por qué la temperatura del aceite empieza a disminuir a partir de $t=10$ min si todavía no ha alcanzado la temperatura del agua?

10



¿Quién cambia más su temperatura durante los tres primeros minutos?, ¿por qué?



En los tres primeros minutos, el aceite cambia su temperatura $9,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ mientras el agua cambia sólo $7,9\text{ }^{\circ}\text{C}$

Prácticamente, la energía total que está recibiendo el aceite es la misma que la que está perdiendo el agua.

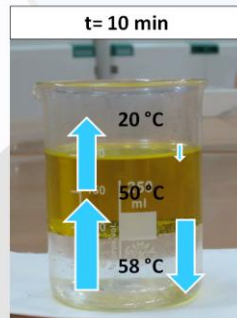
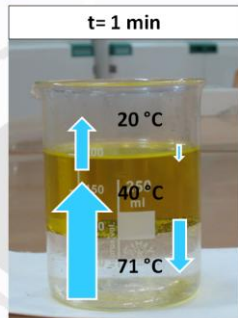
El aceite necesita menor cantidad de energía que el agua para cambiar $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ su temperatura

El aceite tiene menor capacidad calorífica que el agua

11




¿Por qué la temperatura del aceite empieza a disminuir a partir de $t=10$ min si todavía no ha alcanzado la temperatura del agua?



A partir de $t=10$ min, la energía que el aceite recibe (del agua principalmente) es menor que la que cede al agua y el aire.


12



¿Qué hemos aprendido?

- La energía puede transferirse de un objeto a otro. Toda la energía que un objeto pierde es ganada por el otro.
- Todo objeto emite energía al exterior, en mayor cantidad cuanto mayor es su temperatura
- Un objeto alcanza el equilibrio térmico cuando la cantidad de energía que emite es la misma que la que recibe
- La **capacidad calorífica** de un objeto es la cantidad de energía que absorbe o emite cuando su temperatura cambia 1 °C
- A igualdad de masa, la capacidad calorífica del aceite es menor que la del agua

13




A5. Aplica lo que has aprendido:

En una habitación con el suelo de mármol hay una pequeña alfombra. Es una mañana de invierno, con todas las ventanas cerradas...

¿qué estará a menor temperatura: el suelo o la alfombra?

14



Dudas:

- ¿La pregunta resultará "interesante"? ¿existe otra pregunta más contextualizada con su vida cotidiana?
- ¿El proceso IBSE reduce en exceso la potencialidad de los sensores? ¿el uso de los sensores apantallará el proceso de argumentación?
- ¿Podrán usar el modelo después de una introducción tan breve?
- ¿Es excesivo para la primera vez usar dos sensores a la vez?
- ¿Habrá tiempo suficiente?: calentamiento, balanzas, enfriamiento 20 min...
- ¿Es compatible el "pensamiento lento" con sensores de 2 h?

15