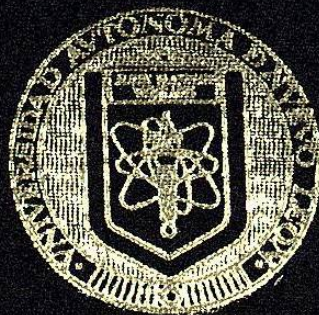


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS



PROPUESTA DIDACTICA:

SEMINARIO DE TERMOMETRIA
PARA CURSO EN EL MODULO
8 DE PREPARATORIAS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN FISICA

PRESENTA:

RAMIRO RENE ELIZONDO CASTILLO

CIUDAD UNIVERSTARIA

MARZO DE 1999

M
A
E

F
I
S
I
C
A

I
9
9

TM

27125

FEL

1999

E4



1020125899

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS



PROPUESTA DIDACTICA:

SEMINARIO DE TERMOMETRIA
PARA CURSO EN EL MODULO
8 DE PREPARATORIAS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN FISICA

PRESENTA:

RAMIRO RENE ELIZONDO CASTILLO

CIUDAD UNIVERSITARIA

MARZO DE 1996

TM
27125
FFL
1999
E4

0129-88860



FONDO
TESIS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MATEMÁTICAS**



PROPUESTA DIDÁCTICA:

**SEMINARIO DE TERMOMETRÍA
PARA CURSO EN EL MODULO
8 DE PREPARATORIAS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA
EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS CON
ESPECIALIDAD EN FÍSICA**

PRESENTA:

RAMIRO RENÉ ELIZONDO CASTILLO

CIUDAD UNIVERSITARIA SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L.

MARZO DE 1,999

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO - MATEMÁTICAS**

**PROPUESTA DE SEMINARIO DE TERMOMETRÍA PARA
EL MÓDULO 8 DE FÍSICA A NIVEL PREPARATORIA**

Propuesta didáctica que presenta RAMIRO RENÉ ELIZONDO CASTILLO, como requisito final para la obtención del grado de: Maestro en la Enseñanza de las Ciencias con Especialidad en Física.

El presente trabajo surge de las experiencias y conocimientos adquiridos durante las actividades desarrolladas en los distintos cursos que integran el plan de estudios de la Maestría, trabajo docente en preparatoria y ejercicio profesional ha sido revisado y autorizado por:

CIUDAD UNIVERSITARIA SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.

MARZO DE 1,999

Resumen

La propuesta didáctica que realizo en el presente documento, tiene como objetivo general el dar una perspectiva fundamental de cómo realizar, en el espacio dedicado al laboratorio de física en el modulo 8 en el ámbito de preparatoria, un seminario de los diferentes instrumentos y sensores que se utilizan para medir temperatura.

Los aspectos que fundamentan la presente propuesta, se ven concretizados a que en el curso actual, se hace mención solo de los termómetros de gas, termómetros de mercurio, y se hace alusión a los termopares y Termoresistores; y el soporte que utilizo para la presente propuesta esta conformado por diferentes aspectos entre los que destaco:

- Es tal vez la ultima oportunidad en que la mayoría de los alumnos, (los que no van al área de ciencias medicas, biológicas o ingeniería) tienen de conocerlos diferentes sensores e instrumentos que se utilizan para medir temperatura.
- La Contextualización del documento esta realizada de tal forma que quien desee profundizar en lo aquí expuesta, encontrara solo a manera de mención las diferentes concepciones, principios físicos, leyes, teorías, con el objetivo de dar una guía de donde puede encontrar una información mas especifica.
- El objetivo que tiene el presente material esta enfocado a que lo expuesto en el seminario por el maestro, se vea enriquecido con tareas para la próxima sesión de laboratorio, en que los alumnos en trabajo colaborativo por equipos, investiguen por su cuenta y enriquezcan el presente documento.
- Se busca en el presente documento que los alumnos adquieran destrezas en la utilización de recursos y medios didácticos, de acuerdo a las instrucciones que previamente les haya mencionado el maestro.
- Tiene como objetivo que el alumno investigue en el lapso de una semana los diferentes equipos e instrumentos que tienen aplicación en las diferentes áreas.
- Como objetivo, también señalo la importancia de que en la medida de las posibilidades del entorno de cada preparatoria, y de los medios que estén al alcance tanto del docente como de los alumnos, se busque una interacción que lleve al grupo mas allá de hacer ejemplos con " palitos", " cordeles" y similares, que aunque cubren perfectamente con la función pedagógica, se requiere un cambio de actitud, básicamente por parte del docente, de acercarlos mas a la realidad tecnológica en la que el alumno se desenvuelve en su devenir diario, así como el darle una perspectiva de lo que actualmente se utiliza en la industria que utiliza tecnología de punta.

ABSTRACT

The didactic proposal that I accomplish in the present document, has as general objective to get a fundamental perspective of what to do, in the space used for the physics laboratory in modulo 8 in the area of high school , a seminar of the different instruments and sensors whose are used to measure temperature.

The aspects that get support the present proposal, are seen supported in the fact that in the current course, is only mentioned as the gas thermometers, mercury thermometers, and is made allusion to the thermocouples and resistance temperature detector; and the support that I use for the present proposal certified by different aspects between those which I emphasize:

- it is perhaps the last opportunity in which most of the pupils, (those which do not go to the sciences area as, medical, biological or engineering) have of learning how many different sensors and instruments that are used to measure temperature.
- Contextualization of the present document it has been accomplished of such form that if somebody wish to go deeper in it , find only as a means of mention the different conceptions, physical principles, laws, theories, with the objective of giving a guide of where it can find an information that here is specified.
- The objective that has the present material here focused to the fact that exposed in the seminar by the teacher, it has seen enriched with tasks for the next laboratory meeting, in which the pupils in workgroups , investigate by their owns home works and enriches the present document.
- it will be in the present document that the pupils acquire skills in the resources utilization and didactic means, according to the instructions that previously must have been mentioned the teacher.
- These document has another objective, that the pupil investigate by their owns, in the lapse of a week the different equipment and instruments that have application in the different areas.
- Another objective, also I indicate is the importance of the fact that in the measure of the possibilities of the environment of each school, and of the ways that are within reach, as the professor as of the pupils, is sought an interaction that carry to the group but over there of making examples with " sticks", " cords" and similar, that though cover perfectly with the pedagogic function, is required an important change on the ways of action , basically on the part of the professor , whose have to pull or push for approaching students to focus the technological reality in the one, each pupil has seen involved in their daily activities , as well as to give it to them a perspective than what currently is used in industry that uses top technology

Indice

<u>Tema</u>	<u>Página</u>
Resumen	i
Abstract	li
Introducción	1
Antecedentes	1
Problema	2
Objeto o Campo de Acción	3
Objetivo	4
Hipótesis	5
Tareas	5
Estructuración y contenido temático	7
Capitulo I, Marco Teórico	8
Capitulo II, Propuesta Didáctica	10
Seminario Termometría	10
Medición de Temperatura	13
Clasificación de Instrumentos para Medir temperatura	14
Termómetro	16
Epistemología del Termómetro	16
Tipos de Termómetro	16
Termopares	26
Termoresistores	31
Termómetros Especiales	34
Termómetro Eléctrico	34
Bolómetro	36
Termómetro de Ruido	37
Pirómetro Optico	38
Sensor de Radiación Térmica	39
Termómetro Infrarrojo	42
Termografía	46
Aspectos Teóricos sobre radiación	46
Espectro Continuo	49
Conclusiones	50
Recomendaciones	53
Evaluación	55
Referencias Bibliográficas	56
Anexos	57
Tablas de Termopares	58
Tablas de RTD'S	59
Gráficas de Termopares y RTD'S	60



Introducción

Antecedentes.

La forma en que fundamento la propuesta, esta íntimamente ligada a las experiencias que en un momento dado poseo, los cuales los puedo dividir grosso modo en dos posturas diferente, en cuanto al área de acción, sin embargo ligadas de múltiples formas hacia un mismo enfoque, las cuales describo en:

A)._ Como docente de la Universidad Autónoma de Nuevo León mi postura es:

En los cursos de física del modulo 8 de física a nivel de preparatoria cuando en el tema de calor, se hace referencia al concepto de termometría, se hace referencia al termómetro de gas a efecto de explicar el concepto de temperatura absoluta, se hace referencia al termómetro de mercurio, y a los termopares, sin hacer una ejemplificación de al menos de los principios operativos que permiten medir mediante un sinnúmero de principios físicos la temperatura, quedando en los alumnos una laguna de expectativas sin bosquejar de los múltiples tipos de instrumentos que se utilizan para este efecto.

B).- Como profesionalista, mi experiencia me permite adoptar a siguiente postura:

En mi desarrollo profesional, como ingeniero mecánico electricista, este se ha dado básicamente con un fuerte enfoque en el área eléctrica, sobre todo en las áreas de tensión media y baja, en el área de asistencia técnica, responsable de área eléctrica, área de instrumentación, como independiente laboro actual en áreas similares, dando servicios a clientes en áreas correlacionadas a mantenimiento, instalaciones, selección de equipos etc. situaciones que me permiten tener un criterio relativamente amplio, y de una forma u otra, muchas de las variables que intervienen en los procesos industriales tiene un mucho que ver con la medición de temperatura, situación que me permite afirmar que los conceptos de termometría deben de tener un espacio en el nivel de preparatoria, ya que es prácticamente la parte final educación formal común que los Profesionistas egresados de la universidad autónoma de Nuevo León tienen, y después de la preparatoria, los alumnos que no ingresen a las áreas de ingeniería, biológicas y afines, poco o nada tienen la oportunidad de aprenderlas en el ámbito de educación formal, y tengo la experiencia que aun los egresados del área de ingeniería, solo han “escuchado” acerca de lo escrito en este documento.

En la presente propuesta, se busca como objetivo inicial, el confrontar a los alumnos con lo que saben y conocen acerca de los diferentes instrumentos que en

su vida diaria utilizan o ven, y que les sirven como referencia para medir y/o controlar temperaturas.

Cuando el alumno contrasta los modelos estructurados durante las etapas de asimilación previas a los modelos que en esta parte del modulo, con los que el maestro les presenta en lo referente a termometría, encontramos una serie de concepciones erróneas en los alumnos, y en muchas de ellas encontramos que ni siquiera el alumno había sido conminado a la búsqueda del porque de muchos aspectos que en el momento del curso al hablar de termometría les pretendemos estructurar.

Además en el presente documento se busca como componente visionario, que el alumno tenga una perspectiva más amplia de los múltiples y diferentes alternativas que en el mercado existen para medir temperaturas, a efecto de que cuando les resulte necesario seleccionar algún equipo para este tipo de aplicaciones, tenga un antecedente de múltiples opciones, en lo que se refiere a esta situación, considero pertinente las siguientes posturas que adquiero, analizada desde dos ángulos diferentes como son:

Problema:

El problema que se detecta en el nivel de preparatoria de la universidad autónoma de Nuevo León con los alumnos, cuando en la clase de física del modulo 8 se trata acerca de termometría, consiste en que los alumnos presentan una baja motivación hacia el tema, y por lo tanto el nivel de aprendizaje resulta bajo, y los objetivos del tema no se logran de acuerdo a lo esperado.

Dada la curricula expuesta en el ámbito de preparatoria de la Universidad Autónoma de Nuevo León, no existe congruencia suficiente en el tema de termometría, con elementos que el alumno pueda contrastar en su ámbito de acción, que le generen patrones motivacionales que lo guien hacia la profundización en la búsqueda del conocimiento de los diferentes sensores y equipos de medición de temperatura, muchos de los cuales en ocasiones interactúa aún sin darse por enterado

El problema que desde mi humilde sitial pretendo señalar, y por ende pretendo utilizar como propuesta didáctica para el laboratorio de física en el modulo 8, cuando se aborde el tema de calor, es que dado al hablar de temperatura, los alumnos confunden este concepto con el de calor, situación que en la curricula actual se aborda con un alto grado de objetividad, sin embargo en lo referente a termometría, se señala solo 2 tipos de equipos para medir temperatura, y son los termómetros de gas y los de líquidos, y se hace alusión a los termopares.

Cuando al abordar el tema en clase, les he solicitado a los alumnos me identifiquen las escalas de temperatura, normalmente solo mencionan la escala centígrada o Celcius y la escala absoluta Rankine, y al cuestionarlos sobre la escala Fahrenheit solo en algunos alumnos se detecta que la conocen y cuando se les menciona de la escala Rankine en raras ocasiones aceptan haberlas escuchado, en cuanto a la escala Reamur muchos, inclusive profesionistas en ingeniería, recuerdan el haberla escuchado.

Otra problemática detectada en cuanto a medidores y /o de temperatura, radica que cuando se les encarga de tarea que hagan un listado de los equipos e instrumentos que existen en su casa que cumplan con la función de medir y/o controlar una temperatura, los alumnos, un elevado numero, no tienen los conocimientos del que y como operan los diferentes equipos de su casa, confundiendo equipos que ni siquiera tienen este tipo de medidores y/o controladores de temperatura, y que aunque su función sea la de " calentar" o "enfriar " algo, no poseen ningún instrumento como el mencionado.

Tal caso es como por ejemplo la de la hornilla de la estufa, el abanico de aire, el horno de microondas, y muchos más.

Dicha tarea trae como consecuencia que el maestro debe de dominar el principio operativo de estos equipos que en casa tienen los alumnos, a efecto de que las preconcepciones erróneas que tienen los alumnos, sean sustentadas y aclaradas de una forma precisa, concisa y fuertemente estructurada, que permita en los alumnos una asimilación que realmente sea permanente.

Razón por la cual en el presente documento anexo los tipos de medidores de temperatura más usuales, inclusive algunos fincados en principios físicos sencillos, pero novedosos en cuanto a su aplicación, dado que el avance tecnológico ha permitido ponerlos en practica

Objeto o campo de acción:

La presente propuesta esta encaminada a no ser conformista ante la realidad objetiva de nuestro medio, y por ende la de los alumnos, no pretende aceptar las debilidades cognitivas de los alumnos como terminales, es decir que las vamos a mantener, sino al contrario pensar que estas debilidades, son las que les van a dar las fortalezas, con lo anterior, mi posición es de que si al recibir alumnos con debilidades, nosotros como maestros debemos de actuar sobre ellas, con el objetivo terminal de que en un futuro sean sus fortalezas.

En este aspecto la posición que pretendo retomar es, si los alumnos al terminar el curso de física en preparatoria, solo una pequeña parte continua en el área de ciencias exactas, es obvio que tal vez la mayoría de estos, tienen como ultima oportunidad en este nivel, dentro de la enseñanza formal, de aprender sobre

termometría, poco le servirá a la mayoría de los alumnos, (por estudiar en áreas diferentes a las de ingeniería, medicas o biológicas) conceptos de termodinámica en el ámbito microscópico en su devenir profesional, pero mi postura es de que al menos incrementar el conocimiento de diferentes sensores de temperatura les pueda servir un poco mas como parte de su formación profesional, debo de aceptar que dentro de las diferentes tipos de inteligencia que se reconocen en el cerebro Humano, la inteligencia matemática es solo una de ellas, mas no la única, Y por lo tanto los otros tipos de inteligencia, son los que posiblemente van a desarrollar los alumnos. Por lo que el contenido de termometría debe de ser cuidadosamente estructurado sin caer en los extremos.

Objetivo:

El objetivo que tiene la presente propuesta, consiste fundamentalmente a que mediante la inserción problémica al alumno de identificar los diferentes sensores y tipos de instrumentos de medición de temperatura, genere en ellos un factor desequilibrante, el cual mediante la acomodación a sus estructuras cognitivas actuales, genere un patrón motivacional, reforzado por el maestro, encaminado a que mediante la asimilación del problema, se genere en el alumno un conocimiento, buscando que ante el estímulo que se le induzca en el presente material, el alumno presente nuevas adquisiciones estructurales de conocimiento que sean perdurables y que se puedan acomodar a diferentes situaciones, no solo a las que en este tema se presentan.

De igual forma se busca como objetivo a que el alumno reconozca los instrumentos y sensores de temperatura que hay en su medio, generalice los principios operativos de los diferentes sensores y medidores de temperatura que en la presente propuesta se integran en el apartado correspondiente, de tal forma que tenga un desarrollo próximo de sus conocimientos, los cuales los puede utilizar hacia nuevas y diferentes áreas de conocimiento, que no necesariamente sean de los conceptos que en la curricula de la universidad vienen integradas, es decir tiene como objetivo que lo que aprenda en el presente tema le sirva para generalizarlo extramuros de la universidad.

Hipótesis:

La hipótesis que planteo en el presente escrito es:

Orientando al alumno a que observe y detecte los sensores y/o detectores de temperatura que existen en su casa, en el laboratorio y en el ámbito local, éste se verá motivado a estudiar los temas de temperatura en su nivel educativo.

Cuando al alumno se le plantean adecuada y correctamente las cosas, cuando se le pide detecte en su medio y contraste con los contenidos en clase, el maestro aclara las concepciones erróneas y los ejemplos que se manejan se pueden confrontar con los que el alumno tiene acceso y contacto, la asimilación será mas cualitativa, cuantitativa y duradera.

Es en fundamento a esta hipótesis, de que si al alumno le encargamos de tarea que identifique los elementos que en este tema estamos tratando, los detecte con los que tiene en su casa, y esto lo usamos como punto de partida para el seminario que propongo de diferentes equipos detectores y/o medidores de temperatura, el alumno sé vera motivado a participar activamente en el proceso enseñanza-aprendizaje, con lo que obtendrán mejores valores evaluativos en los objetivos del curso.

Tareas:

Tareas para la primer sesión:

Para desarrollar el presente trabajo se realizaron las siguientes tareas:

- Se les encargo a los alumnos el identificar los diferentes equipos e instrumentos que hay en su casa que utilizan el concepto de medir y/o controlar temperatura.
- Se les encargo a los alumnos identificar los diferentes tipos de escalas para medir temperatura.
- Se les encargo buscar información acerca de equipos que se utilizan en diferentes industrias para medir temperaturas.

Los resultados obtenidos arrojaron algunas concepciones erróneas en lo referente a lo que es medir y lo que es controlar, un gran numero de alumnos concebían que era lo mismo medir que controlar.

En lo referente a las escalas de temperatura, abordaron correctamente el tema, e inclusive abordaron enciclopedias electrónicas como es la Grolier, Encarta, Larouse, Compton y entregaron tareas con un contenido bastante bueno.

En lo referente a los diferentes tipos de equipos que se utilizan para medir temperaturas, la mayoría, presentaron solo algunos conceptos solo 8 alumnos entregaron un reporte bastante completo, es el caso de que sus padres laboran en empresas que poseen este tipo de equipamiento, y ayudaron a sus hijos en la realización de la tarea.

Un problema que se detectó con lo referente a algunos alumnos que utilizaron recopilación de las tareas por medio de enciclopedias electrónicas es de que, a pesar de que el documento era bastante completo, solo " navegaron" por la enciclopedia, encontraron el tema, lo imprimieron y entregaron la tarea, no se tomaron el tiempo necesario para leer el trabajo que estaban entregando, por lo que debemos de prestar mucha atención que el objetivo de las tareas que se les encarga a los alumnos es para que ellos mismos aprendan de estas, y de ninguna forma son para que el maestro recopile información.

Tareas para la segunda sesión:

Después del seminario en que el maestro haya expuesto lo referente al tema de termometría, solicitara a los alumnos en grupos de 4 personas, que profundicen en los siguientes aspectos:

- Epistemología del desarrollo de instrumentos para sensar y/o medir temperatura.
- Medición de temperatura con instrumentos con sensores sólidos.
- Medición de temperatura con sensores líquidos.
- Medición de temperatura con sensores gaseosos.
- Sensores de temperatura que generan una fem. (Termopares).
- Sensores de temperatura que utilizan propiedades de resistencia eléctrica.
- Picoterios ópticos.
- Picoterios de radiación.
- Utilización de termostatos, que son, para que son, y como funcionan.

En cada una de las tareas se les pedirá a los alumnos que utilicen específicamente algún medio y recurso didáctico, previamente preestablecido a efecto de que el grupo se sensibilice de su uso y aplicación.

En la tarea, se les pedirá a los alumnos además de la presentación, un documento para entregar al maestro, con el cual el maestro evaluara tanto el documento como la presentación del equipo.

Estructuración y contenido temático:

La presente propuesta consta de un resumen, una introducción, el marco teórico, la propuesta, conclusiones, recomendaciones, referencia bibliográfica y anexos

La manera en que estructuro el contenido del tema, es con un final abierto, no pretendo ser incluyente de todos los aspectos que se deben de analizar en un contenido sobre termometría, pretendo hacer una presentación mas enfocada al aspecto fenomenológico, mas que al aspecto físico-matemático, sin embargo pretendo hacer mención de los fundamentos de los principios físico-teóricos que soportan lo relacionado a termometría, dejando alternativas, así como guías para que las personas que tengan acceso al presente documento, en caso de querer profundizar en este tema, puedan tener una orientación de los conceptos macro y micro del soporte de termometría.

En el presente documento se menciona, solo cuando lo consideré necesario de teorías, leyes, principios, formulaciones que pueden llevar al lector por un camino accesible para profundizar en el tema.

El enfoque está orientado, a que el documento sirva como referencia al maestro responsable de impartir el seminario, a ser un resumen de los aspectos fenomenológico, y no pretendo de hecho, a que el presente documento sea utilizado como parte de un texto para alumnos de preparatoria.

CAPITULO I

Marco teórico.

El marco teórico en el que fundamento la presente propuesta, va dirigida a la interacción profesor/alumno en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ponderando las posiciones que maneja Piaget en su teoría genética, en la que remarca sobre la importancia de la actividad constructivista en el proceso de aprendizaje, así como la aproximación sociogenética y sociocultural de vygosky y sus extensiones recientes en el ámbito de la educación.

En el presente marco teórico, es necesario documentar que los planteamientos de Vygosky, se busca una estructuración de que ante un estímulo, siempre existe una respuesta, situación en la que Piaget atiende con mayor profundidad de que entre el estímulo y la respuesta siempre existe un agente que puede modificar la respuesta ante un estímulo.

Para Piaget el conocimiento se adquiere cuando se restablece el equilibrio en la estructura interna, en este caso del alumno.

A los CONDUCTISTAS no les interesa el desarrollo, solo el aprendizaje que se da con interacción con el medio ambiente.

Piaget analiza el aprendizaje a partir del nacimiento, el cual empieza con el reconocimiento de un problema. O factor de desequilibrio.

Para vygosky, resulta importante resaltar la zona de desarrollo próximo, la cual viene a ser por medio de aproximaciones sucesivas de cómo el conocimiento se va dando en el alumno.

Sin embargo, sin detentar por el momento cual de las dos posiciones es la más correcta, en el presente documento, utilizo ambas posiciones, una, la de Piaget, cuando en la presente propuesta, genero un desequilibrio, ya que presento información que el alumno a nivel preparatoria, tal vez nunca ha escuchado, por ser instrumentos de medición de temperatura que no se utilizan en el ámbito en que normalmente se desenvuelven, y también retomo la posición de Vygosky, cuando al presentar el material en las sesiones propuestas, el alumno mediante aproximaciones sucesivas, va generando un conocimiento de cómo los diferentes equipos y sensores de temperatura funcionan en base a características físicas, que de alguna forma, estas características las ha aprendido en la clase teórica del curso, si no todas, al Menos la mayoría, y de acuerdo al cronograma en que se lleva él modulo 8 de física, mediante los desequilibrios mentales ocasionados, cuando se vean en el laboratorio lo relacionado a la presente propuesta, le servirá como una aproximación sucesiva en lo correspondiente a los temas posteriores en el mismo curso.

Dada la posición de Piaget con lo relacionado a desarrollo y aprendizaje, retomando la posición del objetivo de la educación es formar la razón intelectual y la razón moral, entendiendo que la inteligencia funciona a partir de superaciones permanentes de las elaboraciones sucesivas, y el razonamiento se apoya en los razonamientos anteriores y/o en las operaciones construidas con anterioridad.

Piaget reconoce que entre el desarrollo y aprendizaje hay una Retroalimentación continua.

Otra posición que no se debe de olvidar con respecto al objetivo del presente documento, se puede obtener de Koffka, La orientación de Koffka con lo referente a desarrollo y aprendizaje, consiste en que introduce un esquema diferente, estableciendo que el desarrollo se da con la maduración y el aprendizaje, proponiendo que tanto la maduración como el aprendizaje son incluyentes, con esta posición, Koffka propone que el aprendizaje consiste en la adquisición de estructuras transferibles y no de respuestas específicas.

La posición de Koffka, resulta también utilizada en la elaboración del presente documento, ya que como currícula oculta del seminario, se pueden adquirir estructuras cognitivas transferibles a otras necesidades del alumno, y no se busca solo que el alumno de unas respuestas específicas de termometría, ante situaciones concretas al tema, sino busco que la transferencia del principio operativo de los diferentes sensores e instrumentos de medición, el alumno los pueda transferir a situaciones diferentes aplicables a sus necesidades.

Vygotsky plantea: "el aprendizaje humano presupone una naturaleza social específica y un proceso mediante el cual los alumnos, en este caso, acceden a la vida intelectual de aquellos que le rodean", de igual forma, admite que el aprendizaje también depende del desarrollo potencial del sujeto. En definitiva, el proceso de "desarrollo" de las condiciones superiores consiste precisamente en la incorporación e internalización de pautas y herramientas de relación con los demás.

Si el objetivo de la educación consiste en formar la razón intelectual y la razón moral, es también necesario que el maestro en la currícula oculta de su clase sea incluyente en la formación de valores morales en el aula, que no se concrete a formar una razón únicamente intelectual en los alumnos.

Esta posición de que los maestros somos también responsables en la formación moral de los alumnos, resulta por demás olvidada en muchos casos, cuando equivocadamente nos concretamos a cumplir con el contenido curricular del curso, y dejamos olvidada nuestra obligación de ser incluyentes en lo moral.

CAPITULO II

SEMINARIO TERMOMETRÍA

Dado el problema que planteo, que en la currícula actual de física en el módulo 8 de preparatorias de la Universidad Autónoma de Nuevo León, no se les plantea a los alumnos el tema de termometría con un grado de constatación a lo que rodea el ámbito del alumno, este no se verá motivado a buscar una profundización en el conocimiento de los diferentes sensores y equipos que se utilizan para medir temperatura, la solución a este problema se puede obtener, mediante la inclusión de dos sesiones de laboratorio en las que el tema a tratar sea de termometría, el material que propongo, así como la metodología a seguir en el seminario consiste

Pedir a los alumnos como trabajo colegiado, con un máximo de 4 integrantes por equipo hacer un resumen de lo presentado en el seminario, así como búsqueda de información adicional y que en la próxima sesión de laboratorio, expongan en un máximo de 15 minutos por equipo su resumen y el material adicional que hayan localizado, así como entrega de memorias de lo anterior.

La evaluación que propongo es:

en orientar al alumno a que observe y detecte los sensores y equipos de medición de temperatura que existen en su casa, en el laboratorio y en su ámbito local, para lo que propongo que el contenido temático del seminario de termometría se desarrolle en el siguiente contexto:

Desarrollo del seminario de termometría:

En el presente seminario se pone de manifiesto la necesidad de medir, obviamente en este caso, el medir temperatura.

El primer concepto de medir temperatura, es de que esta se mide por cambios reproducibles que se dan en las propiedades físicas de los materiales.

Veamos primero que es medir:

En una enciclopedia clásica, podemos encontrar la siguiente definición de medir, como es el caso en la enciclopedia Grolier:

resalten los conceptos que consideren más relevantes, con esta actividad, los alumnos han mostrado un mayor grado de generalización.

En nuestra vida diaria, con el devenir del tiempo observamos métodos empíricos que “ funcionan “ par medir temperaturas y métodos técnicos que inclusive poseen un alto contenido tecnológico de fundamento y construcción, estos segundos son a los que pretendo hacer referencia, sin embargo, en este escrito señalaré algunos métodos empíricos que sin tener un fundamento tecnológico, muchas veces los usamos y por sorprendente que parezca, dan resultado. No obstante estos métodos no siempre dan una lectura comparable con alguna escala para medir temperatura, pero cumplen con los objetivos deseados.

“Medición” empírica de la temperatura

Ejemplos de métodos empíricos. :

- En nuestra casa:
 1. Cuando cocinan alimentos, por experiencia de las personas detectan si la temperatura del agua o aceite es tal que permita el siguiente paso para la elaboración de estos.
 2. Cuando se cocinan tortillas, basta acercar la mano para saber si el comal esta o no caliente para iniciar el proceso de cocción de estas.
 3. Cuando se quiere saber si el agua del boiler esta caliente, abriendo la llave la comparamos contra la temperatura corporal y poder identificar sí lo esta o no.
 4. Cuando preparamos un café, medimos la temperatura del agua al acercámosla a la cara, y de ser necesario le agregamos agua o leche para enfriarlo.
 5. En época de invierno, cuando utilizamos cobijas con resistencias calefactoras eléctricas, ponemos el potenciómetro en una posición tal que nos resulte agradable la temperatura, sin embargo no la medimos.

Ejemplos como estos, podemos mencionar en el uso de: refrigerador, clima, cafetera, tostador de pan, horno de la estufa, secadora de ropa, secadora de pelo, etc.

En casa tenemos sin embargo instrumentos y aparatos que utilizamos y de alguna medida indirecta nos sirven para tener “algo” a una temperatura deseada, sin que realmente conozcamos el valor de temperatura, como es el caso de los mencionados anteriormente como son:

1. La posición de la válvula de gas en la estufa.
2. La posición del termostato en el refrigerador, boiler, clima, colcha eléctrica, calentador eléctrico o de gas.
3. El tiempo que colocamos los alimentos en el horno de microondas, el tiempo que en épocas de primavera u otoño prendemos los aires lavados a diferentes velocidades, con o sin flujo de agua (arrancan o no la bomba de agua), a efecto de obtener la temperatura deseada.

En el quehacer laboral

- En el quehacer laboral encontramos algunos conceptos empíricos de cómo detectar la temperatura, y en ocasiones hasta medirla, algunos ejemplos de esto son:
 1. El soldador, para ajustar la temperatura del arco eléctrico al ver el color del arco, sabe si la temperatura es la correcta, o bien le tiene que variar el voltaje y por ende la potencia que se requiere en el arco, también se puede guiar por el ruido que hace el arco al soldar, esto lo compara con información que proporciona el fabricante de electrodos, en cuanto a la correlación del amperaje recomendado para soldar, el cual esta ligado en la propia información del fabricante de electrodos con la temperatura del arco, para aplicar la soldadura,
 2. Una experiencia laboral en una empresa cementera, consistió en que se me educó el oído, para identificar por sonido, cuando la temperatura del horno estaba en su parámetro normal, o fuera de este. Por increíble que parezca, hay personas que conociendo los equipos con los que trabajan, como en el caso de hornos para cemento, fundición etc. , pueden detectar con la vista y /o el oído diferencias menores a 5 grados centígrados en valores que van en el rango de 1,200 a 1,600 grados centígrados.
 3. Muchos artesanos se guían por el color que presentan los diferentes materiales para saber si tal pieza esta o no dentro de los valores de temperatura que se requieren.

En síntesis si apenas tenemos unos cuantos siglos en los que se han desarrollado los instrumentos de medición que actualmente usamos, o inclusive algunos tienen unos cuantos años, debemos de reconocer que los antecesores de nosotros sus conceptos empíricos para lo relacionado con temperatura tenían una función y la cumplían con ella, con un grado de precisión para sus necesidades bastante acertado.

¿Cuál es entonces la ventaja de medir, en nuestro caso temperaturas?

Resulta entendible que con lo enunciado de los conceptos empíricos, se requiere un proceso mas largo de asimilación, pero no mas estructurado de la necesidad de las diferentes escalas de temperatura. No obstante no es el objetivo central del presente trabajo el tratar lo relacionado con ellas, el objetivo central es la de mencionar los diferentes tipos de equipos e instrumentos para medir temperatura.

Procedimientos para detectar temperatura:

1. Empíricos.
2. Técnicos.

Los procedimientos empíricos son los tratados con anterioridad, y son los que no suponen el medir la temperatura mediante un instrumento asociado al concepto de temperatura, solo suponen comparar la temperatura de un cuerpo contrastarlo contra algo y deducir si esta a la misma, menor o mayor temperatura que este.

Medición técnica de la temperatura

Precisión de las medidas

La medida precisa de la temperatura depende del establecimiento de un equilibrio térmico entre el dispositivo termométrico y el entorno; en el equilibrio, no se intercambia calor entre el termómetro y el material adyacente o próximo. Por eso, para que la medida de un termómetro clínico sea precisa debe colocarse éste durante un periodo de tiempo suficiente (más de un minuto) para que alcance un equilibrio casi completo con el cuerpo humano.

Estas condiciones son casi imposibles de lograr con un termómetro oral, que suele indicar una temperatura corporal menor que la proporcionada por un termómetro rectal. Los tiempos de inserción se reducen de forma significativa con termómetros pequeños de reacción rápida, como los que emplean termistores, o con los picoteros radiactivos.

Un termómetro sólo indica su propia temperatura, que puede no ser igual a la del objeto cuya temperatura queremos medir. Por ejemplo, si medimos la temperatura en el exterior de un edificio con dos termómetros situados a pocos centímetros, uno de ellos a la sombra y otro al sol, las lecturas de ambos instrumentos pueden ser muy distintas, aunque la temperatura del aire es la misma. El termómetro situado a la sombra puede ceder calor por radiación a las paredes frías del edificio. Por eso, su lectura estará algo por debajo de la temperatura real del medio. Por otra parte, el termómetro situado al sol absorbe el calor radiante del sol, por lo que la temperatura indicada puede estar bastante por encima de la temperatura real del medio. Para evitar esos errores, una medida precisa de la temperatura exige proteger el termómetro de fuentes frías o calientes a las que el instrumento pueda transferir calor (o que puedan transferir calor al termómetro) mediante radiación, conducción y/o convección.

Clasificación de los instrumentos para medir temperaturas

En el procedimiento para detectar temperatura, y también medirla, propongo la siguiente clasificación:

1. **En contacto con el cuerpo.** Son aquellos instrumentos que para detectar la temperatura, tienen que alcanzar el equilibrio térmico con el cuerpo, se pretende que el valor de energía que absorben o liberan no altera sustancialmente el valor de energía en forma de calor que posee el cuerpo al que se le va a medir su temperatura.
2. **Sin contacto con el cuerpo,** son aquellos instrumentos que para medir la temperatura de estos, no requieren estar en contacto con los cuerpos.

Algunas desventaja de los termómetros en contacto con el cuerpo, son:

- Tiempo de respuesta en ocasiones muy lenta, en el orden de minutos, existen requerimientos en procesos industriales en los que se requiere un tiempo de respuesta casi instantáneo, menor a 0.5 segundos.
- Se deben de seleccionar en función de la atmósfera, medios y demás en los que se va a efectuar la medición, ejemplo, atmósferas reductoras, ácidas, corrosivas, abrasivas etc.
- Se tienen que seleccionar de acuerdo a condiciones específicas de necesidades de proceso a medir temperatura.

Si nos referimos al concepto de termómetro, como algo para medir temperaturas, existe en el lenguaje técnico algunos conceptos que inhiben llamar con este nombre a todos los instrumentos que se utilizan para medir temperaturas, y se tiene como norma, el de llamarlos con el nombre del elemento primario que utiliza para medir la temperatura.

Antes de continuar con esta situación, veamos que se entiende por termómetro en un diccionario enciclopédico.

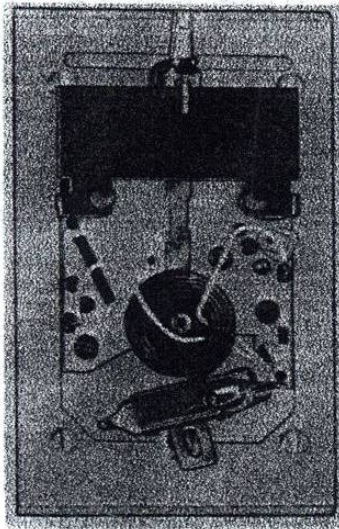
Termómetro, instrumento empleado para medir la temperatura.

En múltiples ocasiones confundimos los términos de termómetro con el de termostato, definamos termostato:

Termostato, dispositivo que regula automáticamente la temperatura de un sistema, manteniéndola constante o variándola dentro de un rango específico. Los termostatos se usan mucho en hornos industriales, sistemas de calefacción y en otras aplicaciones de ingeniería en las que un proceso debe tener lugar a

temperaturas controladas. Los termostatos también se usan para controlar la refrigeración del agua que pasa por el radiador de los motores enfriados por agua.

La invención de un termostato por Richard Hearson en 1881 marcó el inicio de la industria incubadora moderna en muchos lugares. El termostato consistía en dos cuadros de metal flexible, soldados entre sí por los bordes en cuyo interior había una almohadilla empapada en una mezcla de éter y alcohol. Cuando la mezcla alcanzaba el punto de ebullición, la expansión de la cápsula de metal accionaba una palanca que, a su vez, permitía el escape de los gases calefactores. Cabe aclarar que existen evidencias que los egipcios en la época de Faraones tenían incubadoras para la producción masiva de aves.



Epistemología del termómetro:

La invención del termómetro se atribuye a Galileo, aunque el termómetro sellado no apareció hasta 1650. Los modernos termómetros de alcohol y mercurio fueron inventados por el físico alemán Gabriel Fahrenheit, quien también propuso la primera escala de temperaturas ampliamente adoptada, que lleva su nombre. En la escala Fahrenheit, el punto de congelación del agua corresponde a 32 grados (32 °F) y su punto de ebullición a presión normal es de 212 °F. Desde entonces se han propuesto diferentes escalas de temperatura; en la escala centígrada, o celcius, diseñada por el astrónomo sueco Anders Celcius y utilizada en la mayoría de los países, el punto de congelación para el agua dulce a la presión atmosférica normal es 0 grados (0 °C) y el punto de ebullición es de 100 °C.

Un distinguido científico y miembro de la Academia de Ciencias de la República Federal Alemana de Réaumur, publicó en 1749 un trabajo sobre los hornos de incubación egipcios en su libro *El arte de empollar y criar aves domésticas en cualquier momento del año, bien por medio de lechos calientes o por fuego común*. Desarrolló incubadoras que usaban el calor de lechos de estiércol en fermentación. Existía un sistema de tubos de ventilación y la temperatura se medía con un termómetro de alcohol. Francia conservó el liderazgo en el uso de esta técnica, y en 1816 se hizo público otro sistema que empleaba tuberías de agua caliente dispuestas en capas planas y unidas a una caldera. La temperatura del agua se regulaba por medio de un termostato metálico de expansión, uno de los primeros en ser inventados y obtener una patente en 1778. A partir de allí surgieron múltiples variaciones en Francia, Reino Unido y Estados Unidos, pero ninguna de ellas era realmente práctica.

Tipos de termómetro

Retomando lo mencionado de entonces que debemos de entender por un termómetro, y cuales tipos de termómetros hay.

El termómetro más utilizado es el de mercurio, formado por un capilar de vidrio de diámetro uniforme comunicado por un extremo con una ampolla llena de mercurio. El conjunto está sellado para mantener un vacío parcial en el capilar. Cuando la temperatura aumenta el mercurio se dilata y asciende por el capilar.

La temperatura puede leerse en una escala situada junto al capilar. El termómetro de mercurio es muy usado para medir temperaturas ordinarias; también se emplean otros líquidos como alcohol o éter.

Hay varios tipos de dispositivos que se utilizan como termómetros. El requisito fundamental es que empleen una propiedad fácil de medir (como la longitud de una columna de mercurio) que cambie de forma marcada y predecible al variar la temperatura. Además, el cambio de esta propiedad termométrica debe ser lo más lineal posible con respecto a la variación de temperatura. En otras palabras, un cambio de dos grados en la temperatura debe provocar una variación en la

propiedad termométrica dos veces mayor que un cambio de un grado, un cambio de tres grados una variación tres veces mayor, y así sucesivamente.

Termómetros en contacto con el cuerpo:

Sobre la base de el estado de la materia en que se encuentra "el elemento sensor" de temperatura de los termómetros, estos se clasifican en termómetros de:

1. **Termómetro de gas:** La medida de las temperaturas en valores cercanos al cero absoluto presenta problemas especiales. Los termómetros de gas sólo pueden usarse por encima del punto de condensación del helio. A temperaturas más bajas hay que usar medidas eléctricas y magnéticas para determinar la temperatura real.

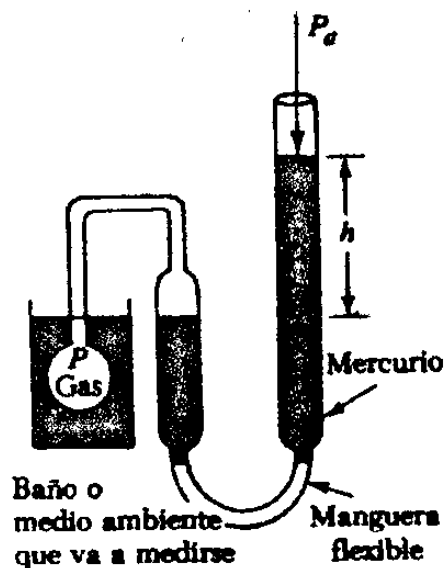


Fig. 16.2 Un termómetro de gas a volumen constante mide la presión del gas contenido en la botella de la izquierda. El volumen del gas en la botella se mantiene constante elevando o bajando la columna de la derecha, de tal forma que el nivel del mercurio permanezca constante.

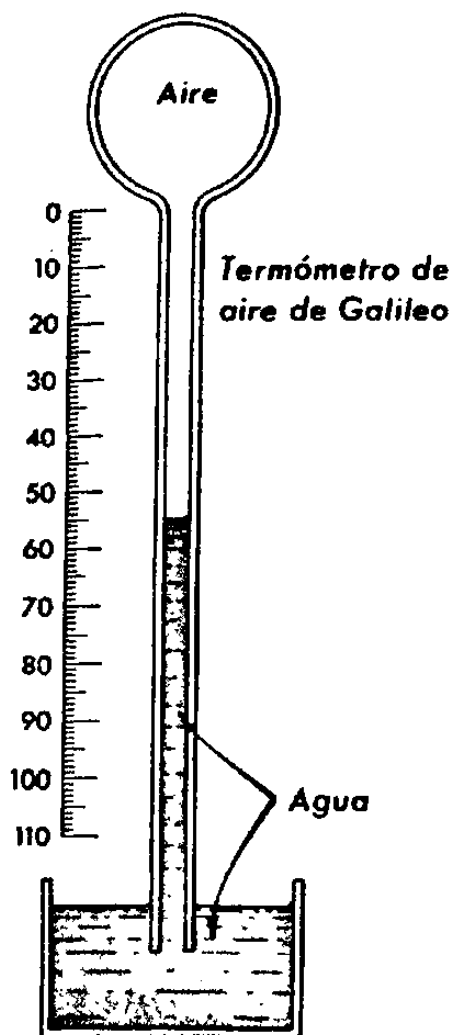


Fig. 27 A. *El aire al calentarse se expande y empuja al agua hacia abajo en el tubo. Al enfriarse, el aire se contrae y el agua sube.*

2

La dilatación térmica de los gases es muy grande en comparación con la de sólidos y líquidos, y sigue la llamada ley de Charles y Gay-Lussac. Esta ley afirma que, a presión constante, el volumen de un gas ideal (un ente teórico que se aproxima al comportamiento de los gases reales) es proporcional a su temperatura absoluta. Otra forma de expresarla es que por cada aumento de temperatura de $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, el volumen de un gas aumenta en una cantidad aproximadamente igual a $1/273$ de su volumen a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Por tanto, si se calienta de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $273\text{ }^{\circ}\text{C}$, duplicaría su volumen. Por ejemplo, la adición de calor a una columna de líquido mantenida a presión constante aumenta la longitud de la columna, mientras que el calentamiento de un gas confinado en un recipiente

aumenta su presión. Esto hace que la temperatura pueda medirse a partir de otra propiedad física, Si se suministra calor a un gas ideal contenido en un recipiente de volumen constante, la presión aumenta, y el cambio de temperatura puede determinarse a partir del cambio en la presión según la ley de Gay-Lussac, siempre que la temperatura se exprese en la escala absoluta.

Los termostatos de agua tienen varias cápsulas en forma de disco, que se llenan ya sea totalmente con gas o parcialmente con un líquido que hierve a una temperatura dentro de un rango deseado. Cuando se calienta, la presión interna aumenta, las cápsulas flexibles se expanden y se produce un movimiento mecánico que activa las válvulas de control o los relés (relevadores) de los sistemas de calefacción o de aire acondicionado. Una disminución de la temperatura produce la contracción y el movimiento opuesto.

2. Termómetros líquidos

Al igual que los termómetros de gas, este tipo de termómetros utiliza la propiedad que tienen los líquidos de tener un "alto" valor de coeficiente de dilatación lineal, que les permite cambiar sus dimensiones, en este caso volumétricas, ante cambios de temperatura, en este caso, no cambia la presión del líquido confinado, como en el caso de los termómetros de gas, sino que cambia el tamaño de la columna en que está confinado el líquido. Algunos ejemplos de termómetros a base de líquidos, son el de mercurio, el de etanol, etc.

Mercurio (elemento), de símbolo Hg (del latín *hydrargyrum*, 'plata líquida'), es un elemento metálico que permanece en estado líquido a temperatura ambiente. Su número atómico es 80, y es uno de los elementos de transición del sistema periódico.

El alcohol de vino, alcohol etílico o etanol, de fórmula C_2H_5OH , es un líquido transparente e incoloro, con sabor a quemado y un olor agradable característico. Es el alcohol que se encuentra en bebidas como la cerveza, el vino y el brandy. Debido a su bajo punto de congelación, ha sido empleado como fluido en termómetros para medir temperaturas inferiores al punto de congelación del mercurio, $-40\text{ }^\circ\text{C}$, y como anticongelante en radiadores de automóviles.

Aplicaciones

Se utiliza en termómetros debido a que su coeficiente de dilatación es casi constante; la variación del volumen por cada grado de aumento o descenso de temperatura es la misma. También se usa en las bombas de vacío, barómetros, interruptores y rectificadores eléctricos. Las lámparas de vapor de mercurio se utilizan como fuente de rayos ultravioletas en los hogares y para esterilizar agua. El vapor de mercurio se usa en lugar del vapor de agua en las calderas de algunos motores de turbina. El mercurio se combina con todos los metales comunes, excepto hierro y platino, formando aleaciones llamadas amalgamas. Uno de los métodos de extracción del oro y la plata de sus menas consiste en combinarlos con mercurio, extrayendo luego el mercurio por destilación.

Galio, de símbolo Ga, es un elemento metálico que se mantiene en estado líquido en un rango de temperatura más amplio que cualquier otro elemento. El galio se encuentra en el grupo 13 (o IIIA) del sistema periódico. Su número atómico es 3.

Fue descubierto espectroscópicamente por el químico francés Paul Émile Lecoq de Boisbaudran en 1875, que aisló al año siguiente el elemento en su estado metálico. El galio presenta un color gris azulado en estado sólido y un color plateado en estado líquido. Es uno de los pocos metales que se mantienen en estado líquido a temperatura ambiente. Como el agua, puede ser enfriado a baja temperatura y se expande al congelarse. Ocupa el lugar 34 en abundancia en la corteza terrestre. Su punto de fusión es de 30 °C, y su punto de ebullición es de 2.403 °C. Tiene una densidad de 5,9 g/cm³, y su masa atómica es 69,2.

El galio aparece en pequeñas cantidades en algunas variedades de blendas de cinc, bauxita, pirita, magnetita y caolín. Se asemeja al aluminio en la formación de sales y óxidos trivalentes. También forma algunos compuestos monovalentes y divalentes. Su bajo punto de fusión y su alto punto de ebullición lo hacen idóneo para fabricar termómetros de alta temperatura. Algunos compuestos del galio son excelentes semiconductores y se han utilizado ampliamente en rectificadores, transistores, fotoconductores y diodos de láser y másers.

El talio aleado con mercurio forma un metal fluido que se congela a -60 °C se usa en termómetros de baja temperatura, en relés, y en interruptores. Las sales de talio, que arden con una llama verde brillante, se utilizan en cohetes y señales luminosas.

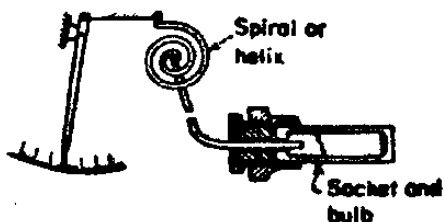


FIG. 9. Filled-system thermometer.

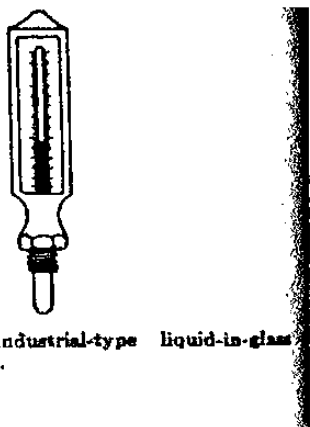


FIG. 10. Industrial-type liquid-in-glass thermometer.

3. Termómetro de sólidos.

Una división que podemos identificar en los termómetros sólidos, es de estos pueden estar constituidos por un elemento o por dos elementos, por lo que se les puede dividir en termómetros sólidos monometálicos y bimetálicos.

En cuanto a la forma física que presentan los termómetros monometálicos, pueden ser rectos, o en espiral.

En ambos casos, al variar la temperatura el coeficiente de dilatación lineal que tenga el elemento sensor de temperatura, sufrirá un cambio en sus dimensiones, este cambio puede ser trasladado mediante mecanismos y/o barras, para medir su cambio de dimensiones, básicamente la lineal, con lo que sí se conoce su coeficiente de dilatación, fácilmente se puede graduar una escala que nos indique la temperatura que el elemento esta sensando.

En el caso de los termómetros en forma de espiral, la espiral tiende a incrementar el radio de arrollamiento al incrementarse la temperatura, y al disminuir la temperatura, la espiral tiende a disminuir su radio, este principio en forma parecida ha sido adoptado en los manómetros, al utilizar el tubo bourdón, en ocasiones al ver desarmado un manómetro y algún tipo de termómetro en espiral, conduce a errores de apreciación en primer instancia el detectarlos, situación que ha ocasionado problemas en algunas empresas con el personal

que les da mantenimiento y/o los instala y no esta familiarizado con estos instrumentos.

Para un sólido en forma de barra, el coeficiente de dilatación lineal (cambio porcentual de longitud para un determinado aumento de la temperatura) puede encontrarse en las correspondientes tablas. Por ejemplo, el coeficiente de dilatación lineal del acero es de $12 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Esto significa que una barra de acero se dilata en 12 millonésima partes por cada kelvin (1 kelvin, o 1 K, es igual a 1 grado Celcius, o 1 °C). Si se calienta un grado una barra de acero de 1 m, se dilatará 0,012 mm. Esto puede parecer muy poco, pero el efecto es proporcional, con lo que una viga de acero de 10 m calentada 20 grados se dilata 2,4 mm, una cantidad que debe tenerse en cuenta en ingeniería. También se puede hablar de coeficiente de dilatación superficial de un sólido, cuando dos de sus dimensiones son mucho mayores que la tercera, y de coeficiente de dilatación cúbica, cuando no hay una dimensión que predomine sobre las demás.

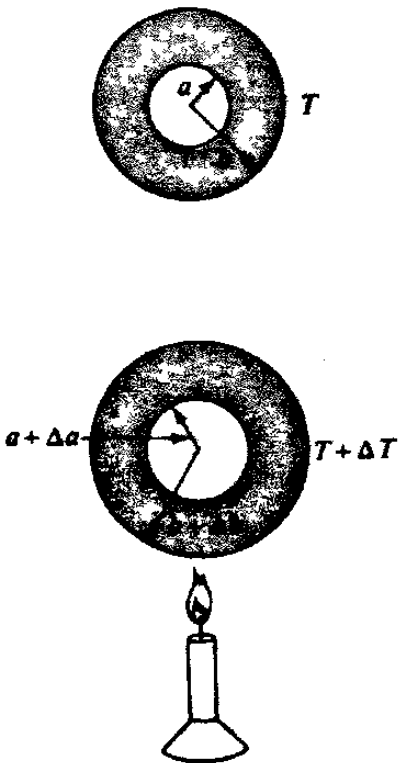


Fig. 16.9 Dilatación térmica de una arandela metálica homogénea. Nótese que al calentar la arandela todas las dimensiones crecen. Se ha exagerado la dilatación.

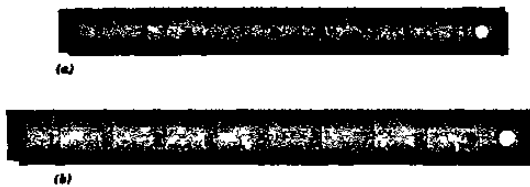
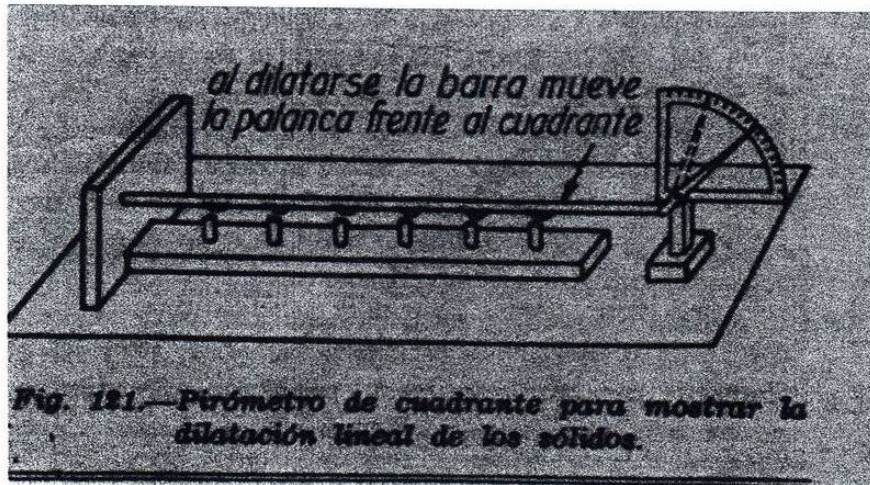


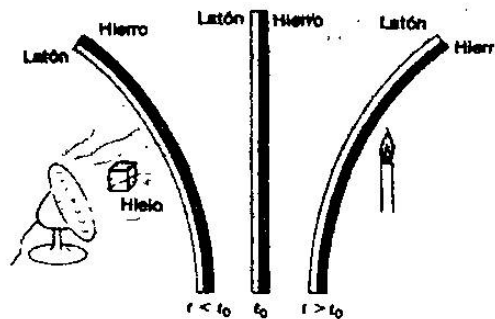
Fig. 21-7 La misma regla de acero a dos temperaturas diferentes. Al dilatarse cada dimensión aumenta en la misma proporción. la escala los números el agujero y el espesor, todos aumentan multiplicados por el mismo factor (Obviamente la dilatación que se muestra de (a) a (b), está exagerada, porque correspondería a una elevación imaginaria de temperatura de aproximadamente 100 000°C!)



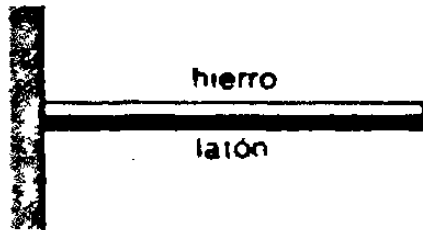
Termómetros de sólidos, bimetálicos, tipo sándwich.

El principio operativo de los termómetros bimetálicos tipo sándwich, es de que el elemento sensor esta compuesto de 2 metales diferentes, por lo tanto tienen diferentes coeficientes de dilatación lineal, al tener los dos metales expuestos a cambios de temperatura, sus dimensiones físicas cambiarán en forma diferente, en función de su coeficiente de dilatación lineal, provocando que el elemento con un valor mayor, cambie también en una forma mayor sus dimensiones con relación al metal que tenga un valor menor, provocando que " el sándwich" se desplace angularmente en un valor proporcional a la temperatura en que se encuentran los elementos que componen el sensor, se pueden utilizar elementos bimetálicos sobre la base de cobre, aluminio, bronce, latón, etc.

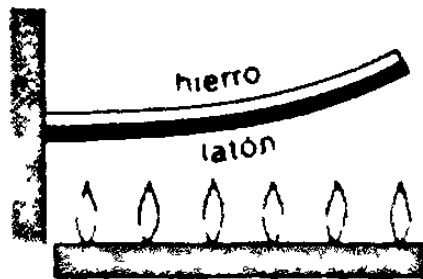
Fig. 17-11 La banda bimetálica.



Temperatura y calor 339



condición
de temperatura inicial



condición de entrada

a)

Termómetros cerámicos.

Existen otros tipos de termómetros sólidos, denominados con el nombre de cerámicos, sin embargo, se debe de aclarar desde el inicio lo siguiente:

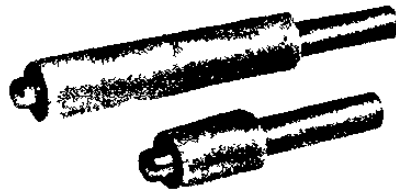
Los termómetros cerámicos, no poseen la característica que poseen los anteriores, de poder ser acoplados a un mecanismo para que de alguna forma obtener un valor de temperatura, al interpretar una carátula de instrumento, sin embargo, este tipo de detectores de temperatura basa su principio operativo en las propiedades que diferentes mezclas de ceras pueden presentar a fundirse al ponerse en contacto con el cuerpo, normalmente la superficie de este, de la cual se quiere conocer su temperatura. Estos termómetros cerámicos, vienen en

El tiempo de respuesta es de aproximadamente 10 segundos, la manera en que se utiliza es; el usuario conecta el sensor a una barra, a efecto de introducirlo en el metal fundido, y se mantiene en esta posición, en el equipo procesador, se enciende una luz amarilla, la cual indica que el proceso de medición se inicia, un modulo digital dentro del analizador procesa y calcula la cantidad de oxígeno disuelto a partir del milivoltaje generado en la celda electrolíticas y muestra en el display el valor del oxígeno en ppm(partes por millon) a la vez, un trazador analógico de la temperatura del baño es graficada, después de 10 segundos, se enciende una luz roja, indicando que la medición es completa y que el sensor puede ser retirado del baño de acero fundido.

Existe otra división de los termómetros en función del sensor o elemento primario de detección con el cual están fabricados, y son los que fundamentan su operación en características eléctricas de los materiales, como pueden ser características eléctricas de generar una fem. Al unir dos metales diferentes, o bien al cambiar su resistencia eléctrica al cambiar su temperatura, a este tipo de sensores se les conoce con el nombre de termistores y termopares.

Multitip Expendable Thermocouples

for Repeated Molten Metal Temperature Measurements

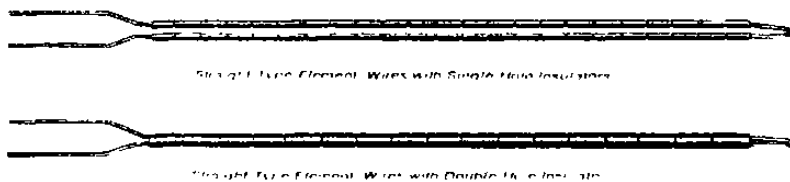


Termopares:

El nombre de termopar, se debe a que esta conformado por un par de metales diferentes, al cuales al estar unidas, generan una fem. O diferencia de potencial que es proporcional a los materiales del termopar y a la temperatura a la cual se encuentra la unión.

Es en electricidad una fem. Generada por la aplicación de calor a la unión de dos materiales diferentes; Sí se unen por ambos extremos dos alambres de distinto material (este circuito se denomina termopar), y una de las uniones se mantiene a una temperatura superior a la otra, surge una diferencia de tensión que hace fluir una corriente eléctrica entre las uniones caliente y fría. Este fenómeno fue observado por primera vez en 1821 por el físico alemán Thomas Seebeck, y se conoce como efecto Seebeck.

Para una pareja de materiales determinada, la diferencia de tensión es directamente proporcional a la diferencia de temperaturas. Esta relación puede emplearse para la medida precisa de temperaturas mediante un termopar en el que una de las uniones se mantiene a una temperatura de referencia conocida (por ejemplo, un baño de hielo) y la otra se coloca en el lugar cuya temperatura quiere medirse. A temperaturas moderadas (hasta unos 260 °C) suelen emplearse combinaciones de hierro y cobre, hierro y constantán (una aleación de cobre y níquel), y cobre y constantán. A temperaturas mayores (hasta unos 1.650 °C) se utiliza platino y una aleación de platino y rodio. Como los alambres de los termopares pueden tener dimensiones muy pequeñas, también permiten medir con precisión las temperaturas locales en un punto. La corriente generada puede aumentarse empleando semiconductores en lugar de metales, y puede alcanzarse una potencia de unos pocos vatios con eficiencias de hasta el 6%. Estos generadores termoeléctricos, calentados con quemadores de queroseno, son muy utilizados en zonas remotas de Rusia y otras repúblicas de la Comunidad de Estados Independientes para alimentar receptores de radio.



Cuando se hace pasar una corriente por un circuito compuesto de materiales diferentes cuyas uniones están a la misma temperatura, se produce el efecto inverso. En este caso, se absorbe calor en una unión y se desprende en la otra. Este fenómeno se conoce como efecto Peltier en honor al físico francés Jean Peltier, que lo descubrió en 1834. Es posible usar sistemas de semiconductores basados en el efecto Peltier como refrigeradores para aplicaciones especiales.

Es posible efectuar mediciones de temperatura muy precisas empleando termopares, en los que se genera una pequeña tensión (del orden de milivoltios) al colocar a temperaturas distintas las uniones de un bucle formado por dos alambres de distintos metales. Para incrementar la tensión pueden conectarse en serie varios termopares para formar una termopila. Como la tensión depende de la diferencia de temperaturas en ambas uniones, una de ellas debe mantenerse a una temperatura conocida; en caso contrario hay que introducir en el dispositivo un circuito electrónico de compensación para hallar la temperatura del sensor.

El tipo de materiales con que se fabrican los termopares, también esta estandarizado, se usan diferente tipo de aleaciones, las cuales se identifican comercialmente con letras.

Termopar tipo	Terminal positiva Cable extensión	Terminal negativa Cable extensión
J	Hierro (blanco)	Constantan (rojo)
K	Niquel-cromo (amarillo)	Niquel-aluminio(rojo)
T	Cobre (azul)	Constatan (rojo)
R, S	Cobre (negro)	Aleación (rojo)

<u>Termopar</u>	<u>elementos</u>
Tipo	materiales
J	hierro –constantan
K aluminio)	cromel –alumen (níquel, cromo-níquel,
T	cobre-constantan
E	Níquel-cromo, constantan
S	platino 10%-platino rodio
R	platino 13%-rodio, platino
B	platino, 30% rodio- platino, 6% rodio

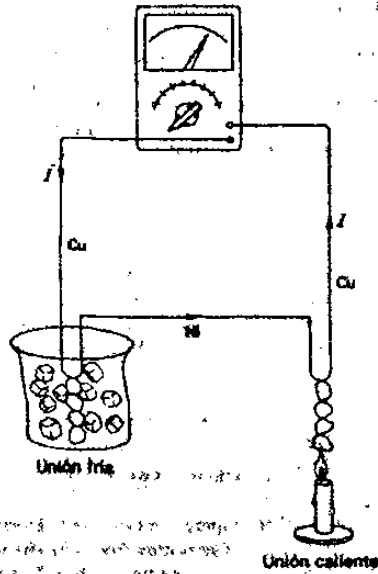
Los rangos de temperatura recomendados para su selección son:

Termopar	grados	grados
tipo	Farenheit	Farenheit
	Limite superior	Limite inferior
J	- 300	1,600
K	0	2,500
T	-300	700
E	-300	1600
S	0	2700
R	0	2700
B	1600	3100

El grado de exactitud que se obtiene con este tipo de sensores es del orden de +/- 2 grados Farenheit si se pide bajo normas de fabricación especial, los que normalmente se comercializan, tienen un grado de exactitud de +/- 4 grados Farenheit.

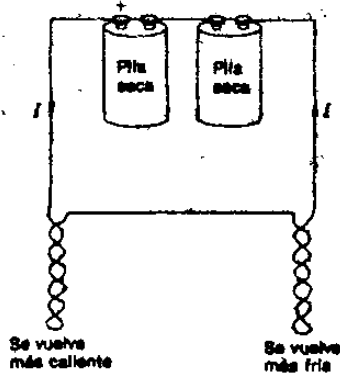
La identificación de termopares, en cuanto al cable de extensión que se utiliza, se realiza de la siguiente forma, de acuerdo al código de colores establecido por la sociedad de instrumentos (ISA)

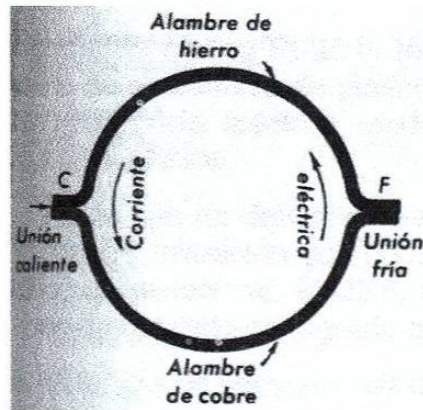
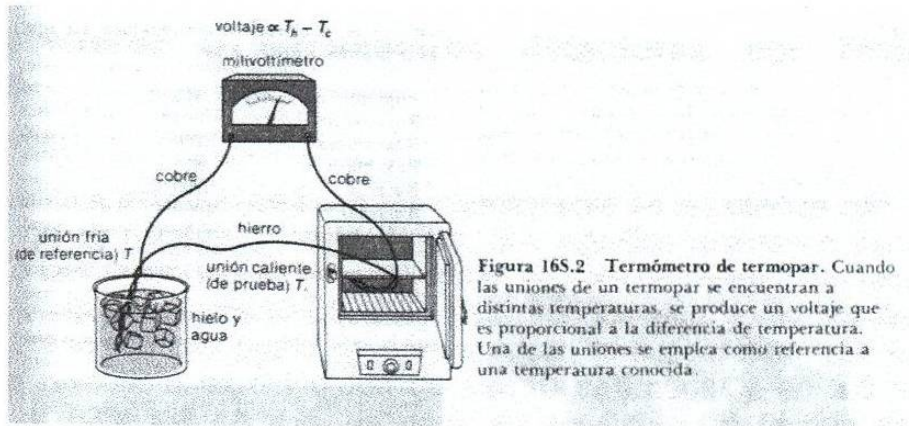
Fig. 36-8 Efecto Seebeck.



El hecho de que la fem desarrollada por el efecto Seebeck aumenta con la diferencia de temperatura de las uniones hace que el termopar sea un instrumento. La temperatura puede leerse en forma directa mediante un galvanómetro sensible calibrado. La unión caliente puede colocarse en lugares muy remotos para registrar temperaturas en regiones que normalmente serían inaccesibles.

Fig. 36-9 Efecto Peltier.





Ver en anexos, tablas de termopares y RTD'S, así como gráficas de estos.

Termoresistores o termómetros detectores por resistencia eléctrica

Termistores:

En la industria a este tipo de sensores normalmente se les conoce con las siglas en inglés de su nombre, y es la de rtd, que significa resistance thermometer detector o bien conocido en español con el nombre de detector de temperatura por resistencia, una característica de este tipo de detectores es de que se pueden obtener un alto grado de precisión con la temperatura que miden, su tiempo de respuesta es del orden de los 10 segundos, y en 3.5 segundos alcanzan el 63% del cambio, es decir su constante de tiempo es de 3.5 segundos, además de preciso, es rápido.

Otra propiedad que poseen los metales es la de cambiar su resistencia al paso de la corriente eléctrica al cambiar su temperatura, situación que es utilizada en este tipo de detectores, al incrementarse la temperatura, aumenta su resistencia eléctrica y viceversa. Esta propiedad es utilizada con muchos elementos metálicos, sin embargo existen en el mercado una serie de productos estandarizados, fabricados algunos ejemplos son:

- Termómetro de resistencia de platino Pt 25.5, termómetro de resistencia de platino Pt 10, termómetro de resistencia de platino Pt 100, él número de 25.5, 10, 100; identifican la resistencia eléctrica medida en ohms que posee el elemento a cero grados centígrados.

Una situación deseable de este tipo de detectores, es su linealidad al momento de tener lecturas de temperatura, situación que no ocurre con los termopares. , Un ejemplo es por ejemplo, un sensor rtd, Pt 25.5, el cambio de su resistencia eléctrica es de 0.1ohms, por cada grado centígrado que cambie su temperatura.

Otro aspecto adicional de este tipo de sensores, es de que pueden ser utilizados en rangos de +/- 250 grados centígrados con bastante precisión, afortunadamente, como es el caso del rtd marca Leed's & Northrup tipo 8164. otro tipo de sensores, como el pt10, tienen el punto de 10 ohms a 0 grados centígrados, y una resistencia de 13.30 ohms a 112 grados centígrados, dada la linealidad, se puede obtener la ecuación de la recta que une estos puntos, y con un ohmetro de relativa o alta precisión, se pueden obtener valores de temperatura bastante precisos, este aspecto, es sin duda una característica sobresaliente de los rtd al compararlos con los termopares, los cuales serán analizados mas adelante.

Los sensores de temperatura rtd, tienen una respuesta de cambio de resistencia eléctrica que se puede predecir fácilmente, utilizando la ecuación de la resistividad de los metales, ecuación que caracteriza como cambia la resistencia eléctrica de los metales, normalmente el cobre y el platino, (son los metales mas utilizados para la fabricación de rtd), la ecuación que caracteriza esta propiedad física es:

$T_f - T_i = (R - R_o) / R_o \alpha$ en la que:

T_f es la temperatura final del metal.

T_i es la temperatura inicial del metal

R_o es la resistencia que tenía a la T_i

R es la resistencia que tiene a la temperatura R

α es el coeficiente de resistividad de temperatura del conductor

los metales que se usan más comúnmente para la fabricación de los rtd, son el cobre con un coeficiente de temperatura de $0.0039 \Omega/\Omega\text{-}^\circ\text{C}$, y el platino con un coeficiente de temperatura de $0.00392 \Omega/\Omega\text{-}^\circ\text{C}$.

Un aspecto muy importante al momento de tomar lecturas de temperaturas con este tipo de equipos, es de que en la industria que provee de este tipo de sensores, puede utilizar platino que dadas sus condiciones de diseño y /o aleaciones que le agregue, use platino con 0.00385 o bien $0.00392 \text{ohm/ohm/}^\circ\text{C}$. Aspecto que se debe de analizar a efecto de evitar errores en la precisión de la lectura medida indirectamente de la temperatura en función de la resistencia.

No obstante, al compararlos con los termopares, un rtd es sensiblemente más caro que un termopar, dado que está fabricado de platino, y el elemento está calibrado en sus dimensiones físicas para que presente los valores óhmicos estandarizados, y esto sea más la variable que hace que sean costosos.

Existen en el mercado otros tipos de sensores con detectores de temperatura por resistencia o rtd, los cuales además de platino pueden ser de cobre, en 10 y 100 ohms, o de níquel en 100 ohms,

Los termómetros de resistencia de platino puro, se utilizan con éxito en rangos de temperatura de -263 a 630 grados centígrados, el coeficiente de temperatura de este tipo de rtd, es de $0.00392 \text{ohm/ohm/grado centígrado}$. Y básicamente este rtd es una bobina de platino.

Los rtd tienen una aplicación en ramas industriales muy diversas, destacándose el uso en sistemas de climatización de edificios, ya que permite distribuir el elemento a través de "grandes" áreas, para medir la temperatura de un gran volumen, como en el caso de la temperatura promedio de las habitaciones, situación que con otro tipo de sensor sería imposible obtener por características físicas, costo y factibilidad de uso. En la industria de alimenticia, también los rtd tienen una gran aplicación, dada la linealidad de su respuesta ante los cambios de temperatura.

BLA 1 LA RESISTIVIDAD DE ALGUNOS MATERIALES A LA TEMPERATURA AMBIENTE (20°C)

<i>Material</i>	<i>Resistividad, ρ ($\Omega \cdot m$)</i>	<i>Coefficiente de temperatura de la resistividad $\bar{\alpha}$ (por $^{\circ}C$)</i>
<i>eriales típicos</i>		
Plata	1.62×10^{-8}	4.1×10^{-3}
Cobre	1.69×10^{-8}	4.3×10^{-3}
Aluminio	2.75×10^{-8}	4.4×10^{-3}
Wangstero	5.25×10^{-8}	4.5×10^{-3}
Hierro	9.68×10^{-8}	6.5×10^{-3}
Platino	10.6×10^{-8}	3.9×10^{-3}
Manganina ¹	48.2×10^{-8}	0.002×10^{-3}
<i>iconductores típicos</i>		
Silicio puro	2.5×10^3	-70×10^3
Silicio tipo <i>n</i> ²	8.7×10^{-4}	
Silicio tipo <i>p</i> ³	2.8×10^{-3}	
<i>antes típicos</i>		
Vidrio	$10^{10} - 10^{14}$	
Poliestireno	$> 10^{14}$	
Cuarzo fundido	$\sim 10^{16}$	

La resistencia eléctrica de un conductor o un semiconductor aumenta cuando se incrementa su temperatura. En este fenómeno se basa el termómetro de resistencia, en el que se aplica una tensión eléctrica constante al termistor, o elemento sensor. Para un termistor dado, a cada temperatura corresponde una

Resistencia eléctrica diferente. La resistencia puede medirse mediante un galvanómetro, lo que permite obtener un valor que es proporcional a la temperatura.

Para medir temperaturas entre -50 y 150 °C se utilizan diferentes termistores fabricados con óxidos de níquel, manganeso o cobalto. Para temperaturas más altas se emplean termistores fabricados con otros metales o aleaciones; por ejemplo, el platino puede emplearse hasta los 900 °C aproximadamente. Usando circuitos electrónicos adecuados, la lectura del galvanómetro puede convertirse directamente en una indicación digital de la temperatura.

Los termistores y termopares tienen a menudo elementos sensores de sólo uno o dos centímetros de longitud, lo que les permite responder con rapidez a los cambios de la temperatura y los hace ideales para muchas aplicaciones en biología e ingeniería.

Termómetros especiales

Los termómetros también pueden diseñarse para registrar las temperaturas máximas o mínimas alcanzadas. Por ejemplo, un termómetro clínico de mercurio es un instrumento de medida de máxima, en el que un dispositivo entre la ampolla y el capilar de vidrio permite que el mercurio se expanda al subir la temperatura pero impide que refluya a no ser que se agite con fuerza. Las temperaturas máximas alcanzadas durante el funcionamiento de herramientas y máquinas también pueden estimarse mediante pinturas especiales que cambian de color cuando se alcanza una temperatura determinada. A este tipo de pinturas, se les conoce con el nombre de pinturas fototérmicas, existen en el mercado de equipos médicos, una serie de dispositivos cuya forma indirecta de medir la temperatura, consiste precisamente en sensores fototérmicos reversibles en cuanto a su color, es decir dependiendo la temperatura adquieren el color característico, normalmente en los tonos rojizos y azulados, la aplicación que tienen es muy específica en el ámbito médico, para medir la temperatura corporal de los pacientes.

En la industria, algunos sensores fototérmicos no son reversibles, es decir adquieren el color de la temperatura mas alta registrada por el elemento, esto con el afán de dejar una constancia de la máxima altura registrada.

Aplicaciones para medir temperatura en forma indirecta.

Dados los antecedentes y objetivos del presente trabajo, cuando en el aula se modelan conceptos a efecto de favorecer el proceso de enseñanza – aprendizaje, mi postura en este aspecto, es de que en el ámbito preparatoria los maestros debemos de olvidarnos de modelar, según el medio en que nos desenvolvamos, con " carritos", " palitos", "poleas", y demás objetos que en la enseñanza tradicional han dado un magnifico resultado, pero; Aquí esta la palabra clave, " pero", debemos de concientizarnos que los avances tecnológicos en los que nuestros alumnos conviven habitualmente, distan en mucho de los que existían en nuestra época de estudiante de preparatoria y que los modelos que en su momento funcionaron durante mi instrucción, deben de actualizarse a las nuevas condiciones cambiantes en que nuestros alumnos se desenvuelven.

Razón por la cual, agrego en esta propuesta, algunos tipos de instrumentos que se utilizan para medir temperatura de los cuerpos sin contacto con estos.

Una situación problema, que se tiene en la industria que requiere motores eléctricos grandes, costosos y de diseño no muy comercial es el de vigilar su segura operación, un ejemplo de esto, que es ejemplificante es la necesidad en

una empresa de como proteger por temperatura el devanado de los polos de un motor síncrono de 1,650 h.p., a 720 r.p.m., en 4160 v.a.c. y alimentación de 125 v.d.c. 78 amperes en el campo.

La forma en que se mide es, mediante un sistema de adquisición de datos digital, se sensa entre otros parámetros el valor de voltaje y corriente de alimentación al campo, en el sistema se calcula, ya no solo a potencia eléctrica mediante el producto de estos valores, como en el caso de los medidores de energía eléctrica o kilowathorímetros, sino se efectúa la división de voltaje entre corriente, con lo que se obtiene un valor de resistencia, mediante la ecuación de resistividad eléctrica del cobre, la cual nos da los valores del cobre a diferentes temperaturas, en este equipo digital, se puede seleccionar diferentes valores de alarma y corte de energía al motor, cuando la división de cómo resultado un valor predeterminado, como ejemplo de esto en una instalación de este tipo, Se selecciono un valor de 1.3 veces el valor de la resistencia eléctrica de los polos, lo cual al aplicar la ecuación de cambio de resistencia eléctrica, (la ecuación que analizamos en el caso de los rtd, ahora el material del devanado de los polos es cobre) se obtiene mediante la aplicación de la ecuación que para un valor de 80 grados centígrados de sobreelevación de temperatura sobre la de 20 grados centígrados, la resistencia del cobre es de 1.3 veces mayor a la que tiene a la temperatura de 20 °c.

El problema de medir la temperatura, se resuelve, ya que el conectar un sensor en contacto con el cuerpo, resultaría muy complicado el obtener una medición eléctrica, o bien el uso de pirómetros sin contacto con el cuerpo, la temperatura que se detectaría, en caso de ser posible, ya que los polos son 10 y giran a 720 R.P.M., seria la exterior, en el aislamiento, y la que se quiere proteger es la temperatura del cobre con el que están fabricados los polos.

Por lo que esta forma de medir temperatura, que aunque es en forma indirecta, es sin contacto con el cuerpo, pero nos muestra un concepto básico de medir temperatura, aplicando un concepto físico clásico pero innovador en cuanto a su aplicación, pero a la vanguardia de acuerdo a la aplicación de tecnologías de actualidad.

Termómetros para medir temperatura sin contacto con el cuerpo.

Normalmente a este equipo se le conoce con el nombre de pirómetro, **Châtelier, Henri Louis Le**, quién fue químico y metalúrgico francés, es a quién se le atribuye la invención del pirómetro, para medir temperaturas por encima de rangos medibles con el mercurio. El pirómetro óptico se emplea para medir temperaturas de objetos sólidos que superan los 700 °C, cuando la mayoría de los restantes termómetros se fundiría. A esas temperaturas los objetos sólidos irradian suficiente energía en la zona visible para permitir la medición óptica a partir del llamado fenómeno del color de incandescencia. El color con el que brilla un objeto caliente varía con la temperatura desde el rojo oscuro al amarillo y llega casi al blanco a unos 1.300 °C. El pirómetro contiene un filamento similar a un foco o bombilla. El filamento está controlado por un reóstato calibrado de forma que los colores con los que brilla corresponden a temperaturas determinadas. La temperatura de un objeto incandescente puede medirse observando el objeto a través del pirómetro y ajustando el reóstato hasta que el filamento presente el mismo color que la imagen del objeto y se confunda con ésta. En ese momento, la temperatura del filamento (que puede leerse en el reóstato calibrado) es igual a la del objeto.

Bolómetro,

Instrumento utilizado para medir pequeñas cantidades de energía radiante en el rango del espectro comprendido entre las ondas luminosas y las microondas. Lo inventó en 1860 el ingeniero y científico estadounidense Samuel Pierpont Langley, y en la actualidad se utiliza principalmente, para detectar la energía que irradian fuentes lejanas en forma de calor. En astronomía, por ejemplo, se utiliza para medir la energía de las estrellas. Un Bolómetro es básicamente un puente de Wheatstone, con dos placas de platino. Cuando una de las placas recibe radiación experimenta un aumento de conductividad. La comparación de las placas determina la cantidad de radiación recibida. En realidad, los Bolómetro que se utilizan actualmente son más sofisticados.

Con instrumentos precisos como Bolómetro y radiómetros, los astrónomos pueden medir en la actualidad diferencias de hasta una centésima de magnitud. Las estrellas con magnitudes entre 1,5 y 2,5 se califican como estrellas de magnitud 2. Las estrellas más brillantes que las de magnitud 1,5 son las estrellas de magnitud 1, de las que hay 20. Así, la estrella de magnitud 1 Aldebarán tiene una magnitud real de 0,8; la estrella Altair de magnitud 1, ligeramente más brillante, tiene una magnitud real de 0,77. Las estrellas más brillantes tienen magnitudes inferiores a cero. Sirio, la estrella más brillante (aparte del Sol), tiene una magnitud de -1,6. El Sol tiene una magnitud de -26,7, siendo unas 10.000 millones de veces más brillante que Sirio, visto desde la Tierra.

Dado que el ojo es más sensible a la luz amarilla que a la azul, mientras que la película fotográfica normal lo es a la azul, la magnitud visual de una estrella

puede ser diferente de su magnitud fotográfica. Una estrella de magnitud visual 2 puede tener una magnitud fotográfica 1 si es azul o 3 si es amarilla o roja. La estrella más débil que se puede observar después de una larga exposición fotográfica con el telescopio más potente es de magnitud 23.

El número de estrellas de magnitud más brillante que la magnitud 10 es tres veces mayor que el número de estrellas de la siguiente magnitud más brillante. Por lo tanto, hay 20 estrellas de magnitud 1, aproximadamente 60 de magnitud 2, y alrededor de 180 de magnitud 3. Esta escala es de menos de 3 por 1 para las estrellas más débiles, siendo aproximadamente de 2 por 1 para estrellas cercanas a la magnitud 20.

La magnitud absoluta, comparándola con la magnitud aparente, indica el brillo que tendría una estrella si estuviera situada a 10 pársecs de la Tierra, o a 32,6 años luz. Calibrando las estrellas de esta forma, los astrónomos pueden hacer comparaciones respecto a su brillo intrínseco. El Sol, por ejemplo, tiene una magnitud absoluta de +4,7.

Radiómetro, instrumento para detectar y medir la intensidad de energía térmica radiante, en especial de rayos infrarrojos. Un radiómetro es un tubo de vidrio o cuarzo en el que se ha hecho un vacío parcial; dentro del tubo se encuentra un eje con cuatro paletas ligerísimas. Una cara de las aletas está ennegrecida, mientras que la otra es de metal pulimentado. Al recibir radiación externa el lado negro de una paleta absorbe más radiación que el lado pulimentado de la paleta opuesta, lo que hace que la primera paleta se aleje de la fuente de radiación. Dicho efecto produce una rotación constante de las paletas, con una velocidad que depende de la intensidad de la energía radiante. Estos radiómetros mecánicos, que antes se empleaban en instrumentos meteorológicos para efectuar medidas en las capas altas de la atmósfera, han sido sustituidos casi por completo por dispositivos electrónicos de estado sólido que miden la energía radiante de forma más directa y precisa.

Termómetros de ruido

Par medir temperatura termodinámica directamente, en valores cercanos al cero absoluto se utilizan ciertos termómetros absolutos, cuyo principio operativo se basa en la dependencia de la temperatura de los resultados básicos de la mecánica estadística. Un tipo de termómetro, llamado termómetro de ruido, utiliza el movimiento browniano de los electrones de un sólido, y en función de la velocidad media cuadrática, se puede calcular que la media de los cuadrados de la corriente de estos electrones es proporcional a la temperatura. El valor promedio de estas corrientes fluctuantes puede ser medido con sondas sensibles, y puede determinarse la temperatura directamente sin hacer uso de una calibración, de esta forma se pueden detectar temperaturas del orden de 0.001k (1 milikelvin)

Otro aparato útil en esta región de temperaturas hace uso de la distribución de Maxwell-Boltzman de la energía para determinar la temperatura mediante la medición de la energía electromagnética que emiten los átomos en forma de radiación. La aplicación de este principio de absorber energía en forma de radiación a bajas temperaturas por un detector, es como bombear energía de menor nivel a energía a mayor nivel, es decir que la energía sale del cuerpo a menor temperatura hacia el cuerpo de mayor temperatura, lo cual contradice las teorías termodinámicas, y basados en este principio se llega a la conclusión de que: es posible obtener temperaturas (absolutas) negativas, pero en contraste con el significado usual de los números negativos, las temperaturas negativas no están por debajo de cero: están por arriba del infinito (véase capítulo 26 página 646 del libro de física de Resnick |Halliday|Krane cuarta edición volumen 1)

Pirómetro óptico

Un tipo de medidor de temperatura es conocido con el nombre de **medidor de hilo incandescente**. En los medidores de hilo incandescente la corriente pasa por un hilo fino que se calienta y se estira. El hilo está unido mecánicamente a un puntero móvil que se desplaza por una escala calibrada con valores de corriente.

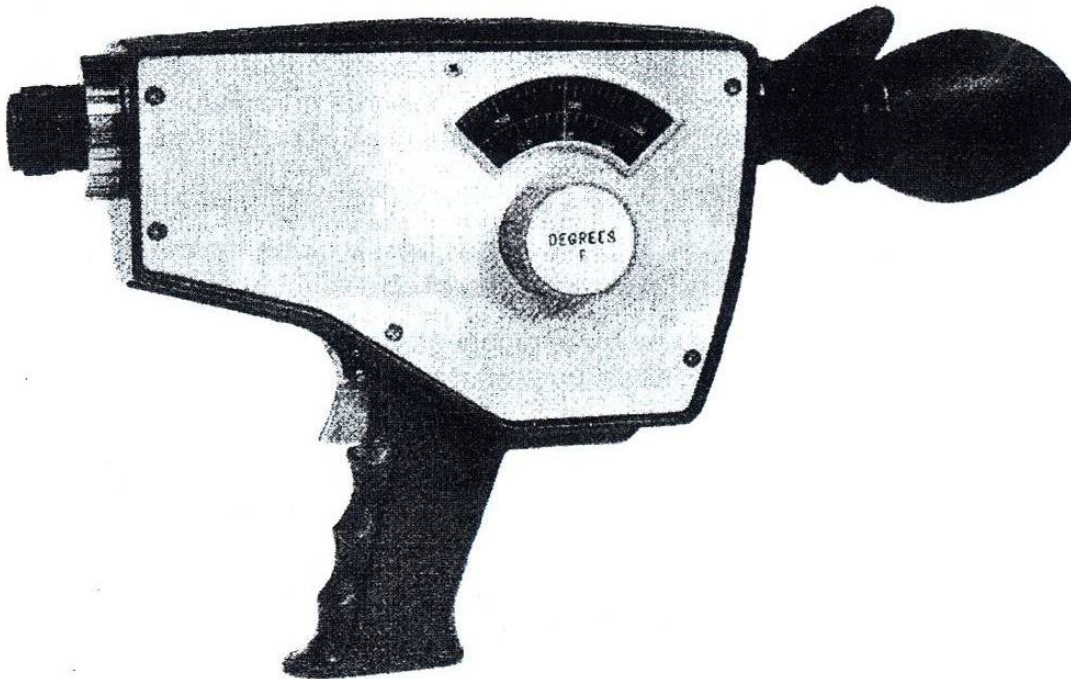
El principio operativo de este tipo de instrumentos, consiste en comparar la brillantez, debido a la temperatura que presentan una amplia variedad de sustancias y cuerpos, este instrumento se utiliza principalmente para medir temperaturas de metales fundidos, o en hornos de la industria del vidrio y del cemento entre otras.

La forma en que mide la temperatura, consiste en utilizar el " filamento desaparecido", como método de operación, el operador ajusta la corriente al filamento de una lámpara, el cual aparece sobrepuesto sobre la imagen del objetivo, girando un potenciómetro, en el instrumento, se incrementa o se disminuye la intensidad de la brillantez del filamento, hasta que iguala con la brillantez del cuerpo a medir su temperatura, cuando las dos intensidades son iguales, el filamento " desaparece", el valor de corriente al cual "desaparece" el filamento representa indirectamente la temperatura que está graduada en la escala del instrumento.

Un instrumento típico, se puede utilizar para medir temperaturas de 1,400 a 5,200 grados Fahrenheit.

Un instrumento típico, puede utilizarse para medir cuerpos tan pequeños de hasta 0.03 pulgadas de diámetro. El cuerpo obviamente no está en contacto con el pirómetro, la distancia a la cual se puede utilizar para medir la temperatura, depende del grado de calidad que tengan los lentes para enfocar el filamento con el cuerpo, existen en el mercado instrumentos para medir distancias desde fracciones de centímetros, hasta para medir cientos de kilómetros. , La ventaja es de que al no estar en contacto con el cuerpo, no requiere de un balance térmico del instrumento con el cuerpo.

Dependiendo del color del medio en que se requiere medir la temperatura, este tipo de instrumentos tienen filtros de color rojo, azul, y blanco, a efecto de facilitar al operador la medición de temperatura.



Sensor de radiación térmica

Este tipo de instrumentos tiene aplicación en la industria para medición de temperatura sin contacto con el cuerpo, se utiliza para medición continua de temperatura y para control de procesos, el principio operativo consiste en:

La energía en forma de radiación que emite el cuerpo a medir su temperatura, es enfocada por un elemento sensitivo al calor, el cual genera una señal de milivoltaje proporcional a la temperatura de la superficie del cuerpo, esta señal es transmitida a un instrumento que la amplifica para indicar, controlar o graficar la señal.

Comercialmente se les conoce con el nombre de rayotubo, el cual utiliza un espejo simple o doble para enfocar a un sistema óptico el calor, la radiación de la fuente, la cual es la temperatura a ser medida se enfoca sobre un disco ennegrecido, pegado a este disco se encuentra una junta de medición o termopila, la temperatura del disco se incrementa hasta que el rango del calor del calor perdido por el disco iguala el rango de la energía absorbida de la fuente, de allí que la temperatura de referencia de la termopila es la temperatura

del habitáculo donde se encuentra alojada, la diferencia de temperaturas entre la junta "fría" y la junta "caliente" producen una salida de milivoltaje, hacia un instrumento de medición, el cual indica en términos de temperatura de La fuente.

Los detectores del espectro, responden a una pequeña banda del espectro, eliminando inexactitudes atribuidas a la presencia de dióxido de carbono, vapor de agua, que se puedan encontrar entre el instrumento y el cuerpo a medir temperatura, utilizando un sistema óptico de espejo sencillo el sistema se enfoca a la radiación seleccionada de la superficie "caliente" desde la celda fotovoltaica.

Normalmente estos equipos requieren de una liberalización de la señal de voltaje, así como de un ajuste de la emitancia del cuerpo.

La velocidad de respuesta de este instrumento es de 0.015 segundos típica, por lo que se puede utilizar para medir temperatura de cuerpos en movimiento, como en el caso de hornos giratorios.

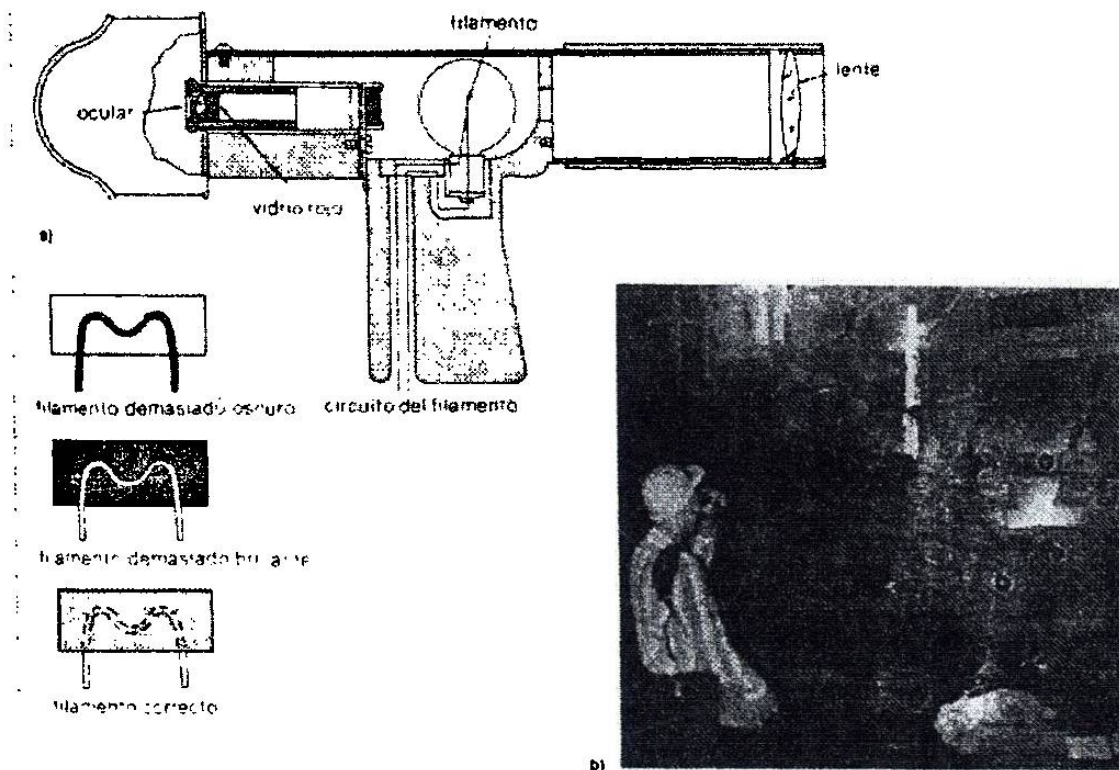


Figura 168.3 Pirómetro óptico. a) El filamento permite hacer una comparación visual de brillos que se iguala a un "trasfondo" de temperatura. La corriente que pasa por el filamento es proporcional a la temperatura. b) Un pirómetro óptico que se usa para medir la temperatura de acero fundido.