

El diámetro del objetivo al cual se le va a medir la temperatura, se calcula con la ecuación:

$T = 0.018(D+2.5)$, en el cual

T= diámetro mínimo del cuerpo a medir su temperatura

D= la distancia de la ventana del detector al objetivo

Se utiliza para medir temperaturas en el rango de 200 a 5,000 grados Fahrenheit

En algunas aplicaciones industriales, este equipo se requiere instalar en ambientes de alta temperatura, por lo que se pueden refrigerar con aire o con agua, a efecto de proteger los componentes del instrumento.

Un instrumento típico entrega una señal de salida del orden de 24 milivolts a 2,300 grados Fahrenheit, con una exactitud de 1% por cada 100 °F. La utilización para medir temperaturas es típicamente en el orden de 3 a 10 micrones de ancho e banda del espectro de radiación.

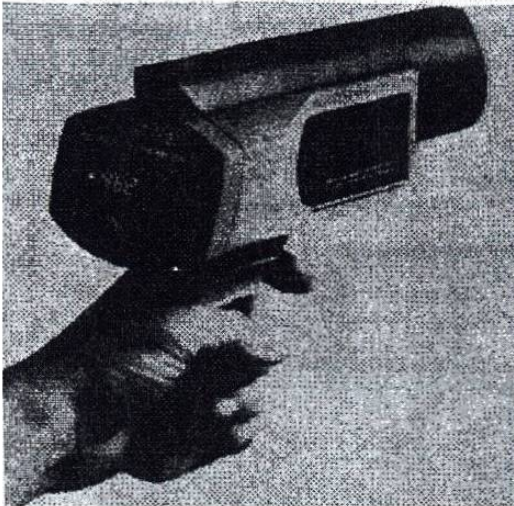
Estos instrumentos pueden tener filtros polarizados para limitar la energía radiante que llega al sistema óptico de la pila fotovoltaica.

Termómetro infrarrojo manual.

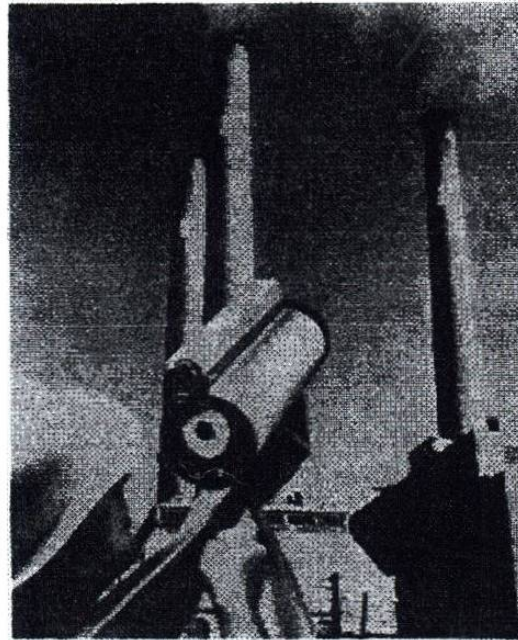
Un equipo para medir temperatura que existe en el mercado, para medir temperatura sin contacto con el cuerpo es precisamente el termómetro infrarrojo manual, el cual fundamenta el principio operativo en la energía radiante que tienen los cuerpos en función de la temperatura que poseen, de acuerdo a lo estipulado en la ecuación de Stefan-Boltzmann, mas adelante se fundamentara el principio físico que sustenta el aspecto teórico operativo de este tipo de instrumentos, por el momento veamos cual es la característica operacional de un instrumento de esta naturaleza

Un equipo típico para uso en la industria tiene las siguientes características;

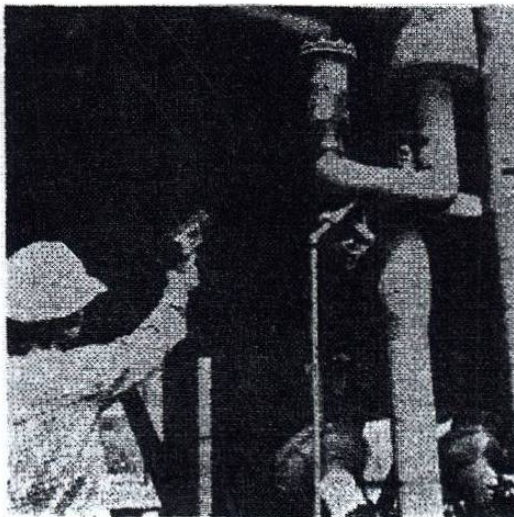
- Rango de medición de -18 a 538° centígrados, (0 a $1,000^{\circ}$ F)
- Exactitud de $\pm 1\%$
- Emisividad (e) ajustable de 0.1 a 1 en incrementos de 0.01
- Luz integrada para trabajar en zonas oscuras.
- Muestra la temperatura máxima, mínima, diferencial y promedio.
- Posee alarma audible preseleccionada para casos de alta temperatura.
- Mira láser integrada.
- Gatillo trabable.
- Memoria de la ultima medición.



a)



b)



c)

Figura 165.4 Termómetro infrarrojo a) Algunas aplicaciones (b y c). La temperatura de una superficie puede determinarse a partir de la radiación infrarroja emitida con sólo dirigir el instrumento y enfocarlo hacia ella.

El uso de la mira láser, es apoyar mediante una luz la zona que va a medir temperatura, la cual debe de ser un mínimo de 40 centímetros de separación entre el instrumento y el cuerpo a medir su temperatura. 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 primero 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 primero 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.

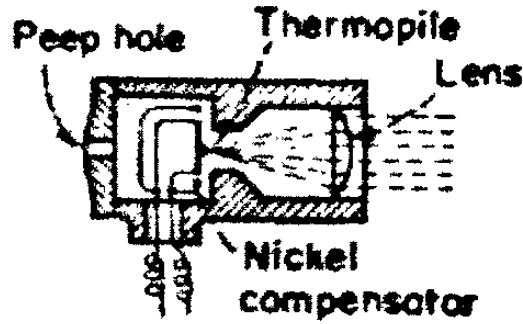


FIG. 4. Typical radiation pyrometer.

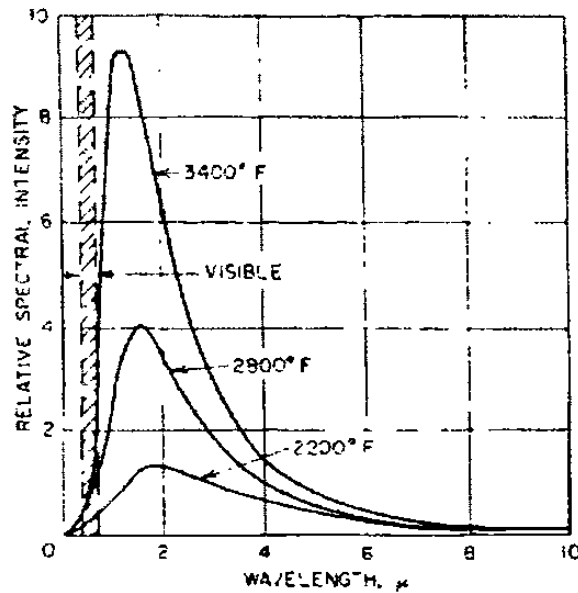
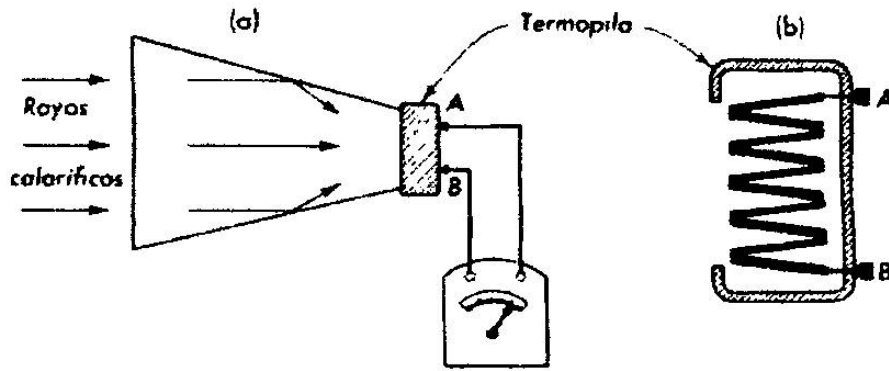
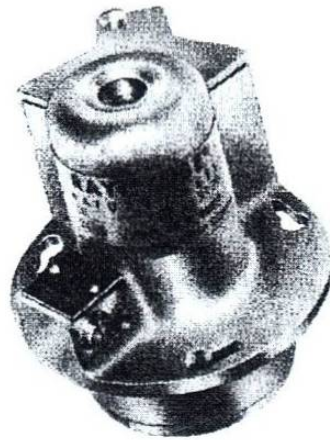


FIG. 5 Spectral distribution of radiant energy



Corte de una termopila para medir la radiación térmica de los cuerpos calientes.



Rayotubo marca Honeywell

Termografía

En medicina es la medida del calor corporal emitido por la piel. Mediante placas fotográficas o receptores de imagen sensibles a los *infrarrojos* (espectro electromagnético del calor) se obtienen termogramas de la totalidad o parte del cuerpo. Algunos tipos de cristal líquido sensibles al calor se pueden aplicar sobre la piel proporcionando una lectura directa. Las variaciones de la temperatura cutánea dependen, entre otros factores, del número de vasos sanguíneos y de su cercanía a la superficie corporal. Las imágenes anormales pueden indicar una enfermedad. Un punto caliente de forma anormal puede indicar el desarrollo de un cáncer, mientras que un punto frío de forma anormal puede indicar un bloqueo del torrente sanguíneo como el producido por una trombosis.

En ingeniería la Termografía es un método de impresión y copiado muy popular antes de la invención de las fotocopiadoras. La impresión termográfica consiste en el calentamiento puntual de tintas especiales, consiguiendo un efecto tridimensional especial con un coste muy bajo.

Radiación

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas. Algunos fenómenos de la radiación pueden describirse mediante la teoría de ondas, pero la única explicación general satisfactoria de la radiación electromagnética es la teoría cuántica. En 1905, Albert Einstein sugirió que la radiación presenta a veces un comportamiento cuantizado: en el efecto fotoeléctrico, la radiación se comporta como minúsculos proyectiles llamados fotones y no como ondas. La naturaleza cuántica de la energía radiante se había postulado antes de la aparición del artículo de Einstein, y en 1900 el físico alemán Max Planck empleó la teoría cuántica y el formalismo matemático de la mecánica estadística para derivar una ley fundamental de la radiación. La expresión matemática de esta ley, llamada distribución de Planck, relaciona la intensidad de la energía radiante que emite un cuerpo en una longitud de onda determinada con la temperatura del cuerpo. Para cada temperatura y cada longitud de onda existe un máximo de energía radiante. Sólo un cuerpo ideal (cuerpo negro) emite radiación ajustándose exactamente a la ley de Planck. Los cuerpos reales emiten con una intensidad algo menor.

La contribución de todas las longitudes de onda a la energía radiante emitida se denomina poder emisor del cuerpo, y corresponde a la cantidad de energía emitida por unidad de superficie del cuerpo y por unidad de tiempo. Como puede demostrarse a partir de la ley de Planck, el poder emisor de una superficie es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta. El factor de proporcionalidad se denomina constante de Stefan-Boltzmann en honor a dos

físicos austríacos, Joseph Stefan y Ludwig Boltzmann que, en 1879 y 1884 respectivamente, descubrieron esta proporcionalidad entre el poder emisor y la temperatura. Según la ley de Planck, todas las sustancias emiten energía radiante sólo por tener una temperatura superior al cero absoluto. Cuanto mayor es la temperatura, mayor es la cantidad de energía emitida. Además de emitir radiación, todas las sustancias son capaces de absorberla. Por eso, aunque un cubito de hielo emite energía radiante de forma continua, se funde si se ilumina con una lámpara incandescente porque absorbe una cantidad de calor mayor de la que emite.

Las superficies opacas pueden absorber o reflejar la radiación incidente. Generalmente, las superficies mates y rugosas absorben más calor que las superficies brillantes y pulidas, y las superficies brillantes reflejan más energía radiante que las superficies mates. Además, las sustancias que absorben mucha radiación también son buenos emisores; Las que reflejan mucha radiación y absorben poco son malos emisores. Por eso, los utensilios de cocina suelen tener fondos mates para una buena absorción y paredes pulidas para una emisión mínima, con lo que maximizan la transferencia total de calor al contenido de la cazuela.

Algunas sustancias, entre ellas muchos gases y el vidrio, son capaces de transmitir grandes cantidades de radiación. Se observa experimentalmente que las propiedades de absorción, reflexión y transmisión de una sustancia dependen de la longitud de onda de la radiación incidente. El vidrio, por ejemplo, transmite grandes cantidades de radiación ultravioleta, de baja longitud de onda, pero es un mal transmisor de los rayos infrarrojos, de alta longitud de onda. Una consecuencia de la distribución de Planck es que la longitud de onda a la que un cuerpo emite la cantidad máxima de energía radiante disminuye con la temperatura. La ley de desplazamiento de Wien, llamada así en honor al físico alemán Wilhelm Wien, es una expresión matemática de esta observación, y afirma que la longitud de onda que corresponde a la máxima energía, multiplicada por la temperatura absoluta del cuerpo, es igual a una constante, 2.878 micrómetros-Kelvin. Este hecho, junto con las propiedades de transmisión del vidrio antes mencionadas, explica el calentamiento de los invernaderos. La energía radiante del Sol, máxima en las longitudes de onda visibles, se transmite a través del vidrio y entra en el invernadero. En cambio, la energía emitida por los cuerpos del interior del invernadero, predominantemente de longitudes de onda mayores, correspondientes al infrarrojo, no se transmiten al exterior a través del vidrio. Así, aunque la temperatura del aire en el exterior del invernadero sea baja, la temperatura que hay dentro es mucho más alta porque se produce una considerable transferencia de calor neta hacia su interior.

Los radiómetros, por lo tanto, son instrumentos que funcionan sobre la base de lo descrito anteriormente, midiendo la intensidad de la luz que por ejemplo recibimos de una estrella, fundamentándose en la ley de Stefan-Boltzmann para medir la intensidad de la luz, se puede calcular la luminosidad de la estrella, apoyados en la teoría de la radiación de Planck, o bien utilizando la expresión de las formulas de Rayleigh y Jeans, se obtiene la temperatura de la estrella. En

síntesis si se conoce la intensidad luminosa que se recibe de una estrella, y si se mide la longitud de onda de la luz, mediante la ley de Wien, o bien mediante la ley de radiación de Planck se puede calcular la temperatura de las estrellas, este es el soporte teórico en que se fundamenta el principio operativo de los radiómetros.

Un aspecto interesante de la radiación, es que la radiación además de transportar energía, las ondas electromagnéticas pueden también transportar un ímpetu lineal, es decir, puede ejercer una presión sobre un objeto, apuntando un rayo de luz sobre él, tales fuerzas deben de ser pequeñas en relación con las fuerzas de nuestras experiencias diarias, porque no nos percatamos de ellas ordinariamente, sin embargo experimentos realizados a principio de siglo por Nichols y Hull al hacer incidir luz sobre espejos sostenidos por un cordel, al incidir la luz sobre estos, se generaba una torsión sobre el cordel, haciendo girar los espejos un ángulo, este experimento fundamenta algunos el principio operativo de "juguetes" que al ser colocados ante un haz luminoso, estos giran, con lo que se comprueba que la energía electromagnética Incidente, al ser absorbida, el campo eléctrico de la luz provoca que las cargas (electrones) del material se muevan en una dirección transversal a la dirección del haz, la fuerza sobre estas cargas en movimiento debida al campo magnético de la luz actúa en la dirección del haz. La absorción de la luz transfiere, en correspondencia, un ímpetu en la dirección del haz a las partículas del absorbedor, la energía U se absorbe, el ímpetu p transmitido al objeto durante el tiempo esta dado de acuerdo a la predicción de Maxwell: $P = u/c$ en la que c es la velocidad de la luz.

Después de ver el aspecto teórico de los radiómetros. Entonces, nos quedan unas preguntas; ¿ son todas las estrellas del mismo color? , ¿ Tienen las estrellas las mismas temperaturas?, Obviamente la respuesta a las dos preguntas es un no rotundo, las estrellas son de diferente color, el cual es proporcional a la temperatura a la que se encuentran, los colores de las estrellas no son claramente distinguibles para el observador promedio, porque los conos de la retina del ojo humano, (los conos son los responsables de detectar los colores que percibimos) no funcionan bien en luz atenuada, si esto no fuera así, el cielo estrellado de la noche estaría repleto de colores.

Si los radiómetros se utilizan para medir temperaturas elevadas, los termómetros, termopares se utilizan para medir temperaturas que se desarrollan normalmente en el medio en que nos encontramos, queda una pregunta, conque se miden las temperaturas muy bajas, cercanas al cero absoluto, la respuesta es: Con los termómetros de ruido.

Espectro continuo

La forma de espectro más sencilla, llamada espectro continuo, es la emitida por un cuerpo sólido o líquido que puede ser llevado hasta altas temperaturas. Estos espectros no presentan líneas porque contienen luz de todos los colores, que se suceden sin solución de continuidad como en un arco iris. Los espectros continuos sólo pueden analizarse con métodos espectrofotométricos. En el caso de un emisor ideal, llamado cuerpo negro, las intensidades de los colores del espectro sólo dependen de la temperatura. Dos de las leyes que rigen la distribución de energía en un espectro continuo fueron descubiertas alrededor de 1890 por el físico alemán Wilhelm Wien y los físicos austríacos Ludwig Boltzmann y Josef Stefan. La ley de Stefan-Boltzmann afirma que la energía total por unidad de tiempo radiada por un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de la temperatura absoluta; la ley de desplazamiento de Wien afirma que, a medida que aumenta la temperatura, el espectro de radiación de un cuerpo negro se desplaza hacia las frecuencias altas de forma directamente proporcional a la temperatura absoluta. En 1900, el físico alemán Max Planck descubrió la tercera y más importante de las leyes que describen la distribución de energía entre las diferentes longitudes de onda radiadas por un cuerpo negro. Para deducir una ley que explicara sus resultados experimentales, Planck argumentó que las propiedades termodinámicas de la radiación térmica emitida por la materia debían ser las mismas independientemente del mecanismo de emisión y de las suposiciones sobre la naturaleza de los átomos. Estas ideas llevaron al desarrollo de la teoría cuántica.

Conclusiones:

En el marco teórico en el cual fundamento la propuesta, hago énfasis en las posiciones de Vygotsky, Piaget y Kafka en lo referente a las diferentes posiciones que los autores manejan con lo relacionado al aprendizaje.

Si bien mi propuesta no va dirigida a tomar una posición absoluta con solo un autor, si retomo los diferentes conceptos que ellos manejan, en la elaboración de la propuesta, al menos trato de ser incluyente cuando:

Cuando en el seminario les encargo de tarea previa a la primer sesión, él estímulo de localizar en su casa los diferentes sensores y medidores de temperatura, obviamente espero una respuesta, que si bien, en experiencias al respecto, he encontrado que el alumno no se detiene a analizar el concepto de sensar y medir temperatura, sino que mas bien su respuesta va enfocada a cumplir con la tarea, la respuesta que dan, es una respuesta ante un estímulo.

Con relación a la posición de Piaget, cuando en la primer sesión del laboratorio se contraste la tarea, y en la que el maestro explique a los alumnos que hicieron correctamente o no, es en este aspecto donde existe un agente que modifica la respuesta ante él estímulo.

Dicho agente es el causante de restablecer un equilibrio entre él estímulo y la respuesta, y cuando se restablece el equilibrio en la estructura interna del alumno, se adquiere el conocimiento. Y este se da solo cuando el alumno reconoce el problema, y por ende al tener la solución, adquiere el aprendizaje, el cual se dará en forma más significativa, en cuanto más se reconozca el problema y las diferentes etapas que lo llevaron a su solución.

En lo referente a la postura de los CONDUCTISTAS, (posición de Vygotsky). En la propuesta también utilizo el aprendizaje mediante el desarrollo de aproximaciones sucesivas, cuando al incluir diferentes sensores y medidores de temperatura, el alumno tendrá información de utilidad para próximos temas de física, en este caso, cuando en temas posteriores utilice los conceptos aquí manejados en temas relacionados en calor, óptica, electricidad, etc.

En cuanto a la posición de Kafka, utilizo su postura de que el aprendizaje consiste en la adquisición de estructuras transferibles y no de respuestas específicas, cuando al utilizar los conceptos anejados en el seminario, pueda transferirlos a otros temas, no solo de física, sino a situaciones que el propio alumno pueda transferir al utilizar las estructuras cognitivas que desarrolle cuando se pone de manifiesto un problema, un factor desequilibrante, una solución, y por ende la adquisición de una nueva estructura cognitiva, tal y como lo plantea Piaget, que sin duda sus teorías cognitivas tienen una validez integradora de conceptos muy por encima de las de Vygotsky y las de Kafka.

El material aquí expuesto, si bien solo presenta los objetivos que propongo para el laboratorio de física a desarrollar, tiene como metas no expuestas el involucrar tanto a los alumnos como al docente en la utilización de diferentes herramientas didácticas que fortalezcan la asimilación en el proceso enseñanza aprendizaje, buscando medios motivacionales que permitan que se siembre en los alumnos la semilla de la búsqueda de información, que sean orientados a que lo expuesto en el aula, es solo el mínimo que el alumno debe de asimilar.

El aspecto que en la evaluación proponga un bajo porcentaje en el examen escrito, es de que mi intención en esta propuesta no va encaminada a la búsqueda de que tan bien se cumple con la Contextualización del tema, en cuanto a su contenido; sino más bien como curricula no expuesta, el objetivo esta encaminado a que el alumno incremente su desarrollo mental, mediante la guía orientadora que fije el maestro, cuando los alumnos al buscar información de los diferentes equipos e instrumentos que se utilizan para medir temperatura, que tienen aplicación actual, en diferentes área.

En la tarea previa al seminario que se les pide a los alumnos, se encontraran evidentemente, como así me sucedió, que el alumno no sabe lo que es un sensor o medidor, en este caso de temperatura, y pretende que muchos equipos de su casa los tienen; el objetivo es que en la exposición que haga el maestro reciban la base orientadora a la acción de identificación de este tipo de sensores y/o medidores.

En la exposición vía seminario que haga el maestro al grupo, se pretende que con el anexo a este documento, el maestro reciba una orientación de los mínimos que deberá de cumplir en su exposición, en caso de que el material del anexo sea utilizado para un nivel superior al nivel preparatoria, encontraran en los guías y directrices que les ayudaran en la profundización teórico-técnica del documento.

En la tarea para el segundo encuentro en el laboratorio, los alumnos fortalecerán sus conocimientos, de tal forma que las preconcepciones erróneas que hayan presentado en la tarea anterior, serán fuertemente asimiladas, y aprenderán a detectar él porque de estos sensores y equipos.

De igual forma, en la presentación de la tarea por equipos, se busca como objetivo inicial que en los alumnos se genere un patrón motivacional de cómo va a ser su presentación en el grupo mediante diferentes recursos y medios, lo que generara, primero, incertidumbre de cómo exponer, después que exponer.

La razón por la que propongo llevarlo a nivel seminario, es que en nivel preparatoria, el alumno esta en una etapa de máxima indefinición, debido, entre otros:

- Primero que nada a sus cambios hormonales que esta ocurriéndole.
- La necesidad de identificación con el mismo.
- De próxima definición de lo que quiere estudiar, y por ende ser en la vida.

- La necesidad de obtener victorias interiores que fortalezcan su ego.
- La necesidad de tener victorias exteriores que le den respeto e integridad para su persona.
- La solución del conflicto familiar que normalmente ocurre en esta edad a nivel preparatoria, cuando deja de ver a sus padres como lo máximo.
- La evaluación escrita tiene solo una pequeña ponderación, dado que el objetivo es de que el alumno aprenda a aprender mediante la asimilación del entorno en que vive, así como la contrastaron con tecnologías que se utilizan actualmente.
- Pretendo que el alumno no sea visto como un vaso medio lleno, al que hay que llenarlo, sino como un vaso que debe de aprender a llenarse por si mismo, y es con este tipo de actividades en que podemos iniciar un acercamiento hacia el alumno, su entorno, la tecnología, y sembrar en el alumno la semilla del crecimiento en todos sus ordenes, psíquico, social, moral, espiritual etc.

Una responsabilidad que los docentes dejamos de cubrir y somos los primeros en fallar, cuando en nuestro quehacer, nos dedicamos única y exclusivamente a cubrir el aspecto curricular de la materia que impartimos, nuestra responsabilidad es mucho más que cumplir con los programas, debemos de incluir en nuestra materia además todo tipo de valores que los alumnos requieren portar en su maleta cuando finalice el curso que impartimos

Recomendaciones:

Para la implementación de la presente propuesta, se sugiere que el maestro, sea el primer investigador de los diferentes sensores y equipos de medición que existen en los diferentes ámbitos, y que el alumno tenga acceso, situación que por demás resulta difícil, dados los medios de comunicación a los cuales el alumno tiene acceso en la actualidad.

Dada la premisa anterior, mi recomendación inicial, consiste que al menos el maestro que sea el responsable del seminario, tenga una referencia más amplia de lo aquí expuesto, ya que el presente documento no es extensivo, en cuanto al contenido, ni en cuanto el principio operativo de los múltiples instrumentos que existen en la actualidad para medir temperatura.

Una segunda recomendación, es de que cuando el maestro haga la exposición del seminario en el laboratorio de física, tenga los medios y recursos didácticos necesarios para llevar a fin término el objetivo del seminario, es decir, no basta con que el maestro domine el tema, debe de tener los recursos y medios didácticos bien seleccionados, a efecto de que los alumnos, los cuales indudablemente, la mayoría desconocen desde su nombre, con mucha más razón desconocen el principio operativo.

La propuesta aquí realizada, consiste en establecer un orden, desde medición de temperatura subjetiva, pasando a la objetiva, destacando que la medición subjetiva, requiere de una serie de experiencias previas para el alumno, que difícilmente podrá adquirir, sin embargo en la medición objetiva, mediante un proceso de enseñanza –aprendizaje bien elaborado y documentado, el alumno podrá rápidamente tener acceso al conocimiento, y por ende a la utilización de los diferentes sensores y medidores de temperatura.

En cuanto a las tareas para los alumnos, se sugiere hacer equipos en el grupo, y a cada equipo darles a investigar diferentes tipos de sensores y medidores de temperatura, a efecto que no resulte abrumante la tarea para los alumnos, y que entreguen una simple recopilación mecánica del tema.

En cuanto a la exposición por parte de los alumnos, sugiero, que antes de que esto ocurra, el maestro, revise previamente, y por separado lo que los alumnos van a presentar ante el grupo, en cuanto a contenido, recursos y medios a utilizar, esto, con el fin de que los oriente específicamente sobre el qué y el cómo deben de hacer su presentación, y no esperar a que frente al grupo, no se alcancen los objetivos deseados en esta actividad.

Resulta además indispensable que el responsable de la impetración del seminario sea bastante objetivo, en la exposición de este, de tal forma que tenga una congruencia con la evaluación que deberá de hacer, con miras a establecer el nivel de logro alcanzado en el seminario.

En cuanto a los problemas que no aborde en el presente documento, son todos aquellos que están ligados al respaldo teórico, así como el fundamento físico-matemático que sustenta el principio operativo de los diferentes sensores y medidores de temperatura.

Al abordar el tema, lo hice, mas desde el punto de vista fenomenológico, que teórico, si bien aborde aspectos, lo hice desde el punto de vista microscopio.

Propongo que la continuidad del presente material, sea realizado primero desde un marco de referencia teórico microscopio, y posteriormente desde un punto de vista microscópico.

Evaluación:

Dado que la propuesta consiste en que sea un seminario, pretendo que para la evaluación del grado de aprendizaje obtenido al hacer el seminario, el maestro haga referencia de:

- Medición en contacto con el cuerpo.
- Medición sin contacto con el cuerpo.
- Termómetros de sólidos
- Termómetros de líquidos
- Termómetros de gas
- Sensores cerámicos
- Sensores termoeléctricos
- Sensores ópticos
- Sensores por radiación.

Y que sobre la base de este tipo de medidores de temperatura, pida a los alumnos en la evaluación, que expliquen el principio operativo físico que sustenta el uso de los sensores. 20% exposición del tema de tarea solicitado en la primera parte del en el seminario

20% documento escrito que resuma el seminario impartido.

10% información escrita que el alumno haya recopilado, adicional al seminario.

20% examen escrito

20% exposición de tarea por equipos.

10% asistencia.

Referencias bibliográficas

1. Douglas C. Giancoli, Física general, vol. II, 1988, Ed. Prentice Hall.
2. Douglas M. Considine, Handbook of applied instrumentation, 1974, Ed. McGraw Hill,
3. Enciclopedia electrónica Compton, 1995, Compton Learning Company.
4. Enciclopedia electrónica Encarta, 1999, grupo zeta.
5. Enciclopedia electrónica Grolier, 1994, The software toolworks
6. Halliday/Resnick/ krane, Física, vol i y ii, 1996, Ed. Cecsca,
7. Havre E. Chite, Física moderna, 1965 Ed. Montaren y Simón, S.A.,
8. Honeywell, 1989 Catalog of instrumentation, Honeywell Company
9. Ing. Salvador Mosqueara R, 1972. Ed. Patria,
10. Jerry D. Wilson, Física con aplicaciones, 1991, Ed. McGraw Hill.
11. Leeds & Northrup, catalog of instrumentation, 1995, leed's & Northrup company.
12. Pau E. Tippens, Física, conceptos y aplicaciones, 1992, Ed. McGraw hill,
13. R.A. Serway, Física, 1987, Ed. Interamericana,
14. Resnick/ Halliday, Física, primera parte, 1971, Ed. Cecsca,

Anexos

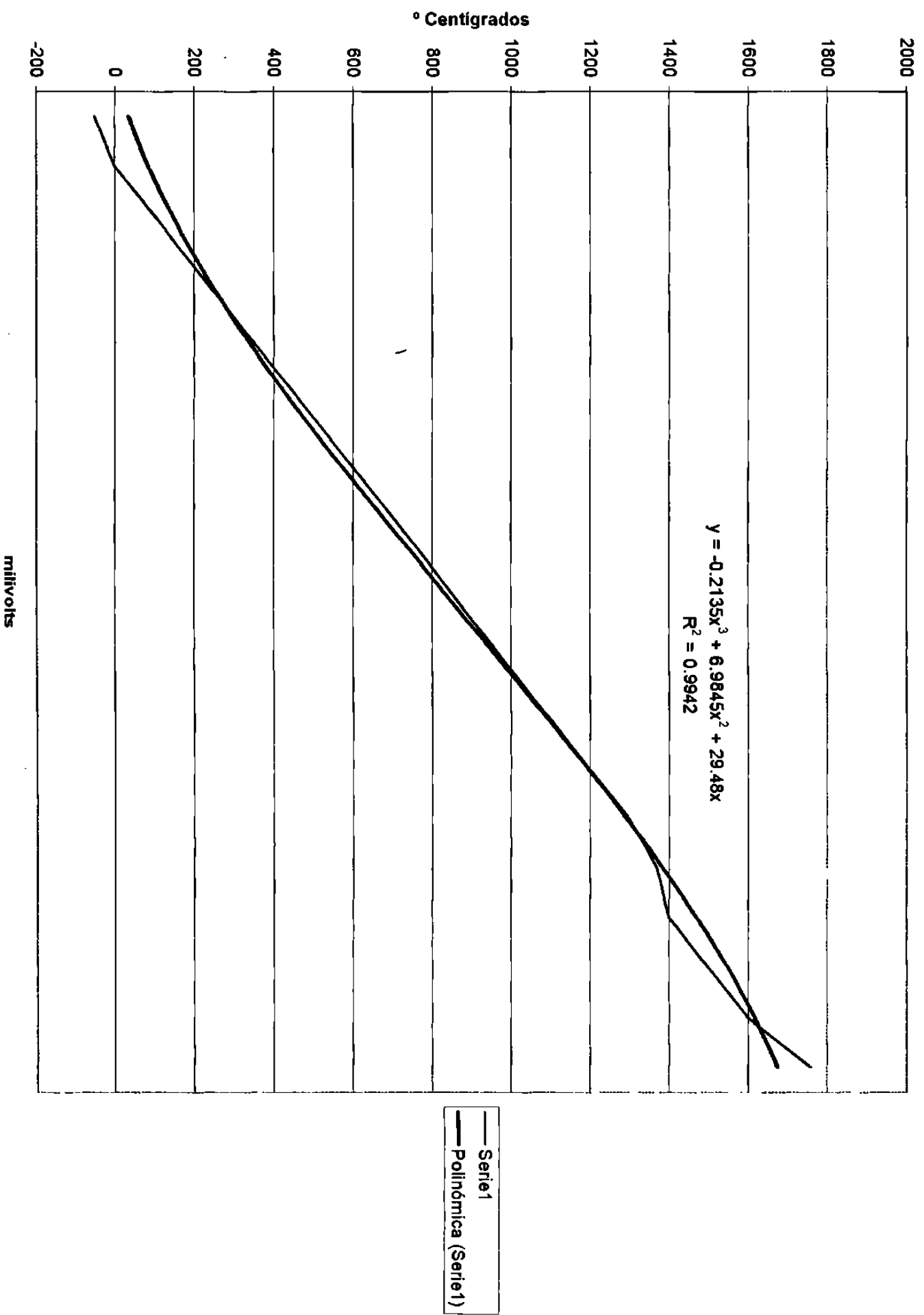
Tablas de termopares

temperatura centígrados	milivolts termopar tipo "R"	milivolts termopar tipo "S"	milivolts termopar tipo "T"	milivolts termopar tipo "B"	milivolts termopar tipo "E"	milivolts termopar tipo "J"	milivolts termopar tipo "K"
-270			-6.258		-9.835		-6.458
-200			-5.603		-8.824	-7.89	-5.891
-100			-3.378		-5.237	-4.632	-3.553
-50	-0.226	-0.236	-1.819		-2.787	-2.431	-1.889
0	0	0	0	0	0	0	0
100	0.647	0.645	4.277	0.033	6.317	5.268	4.095
200	1.468	1.44	9.286	0.178	13.419	10.277	8.137
300	2.4	2.323	14.86	0.431	21.033	16.325	12.207
400	3.407	3.26	20.869	0.786	28.943	21.846	16.395
500	4.471	4.234		1.241	36.999	27.388	20.64
600	5.582	5.237		1.791	45.085	33.096	24.902
700	6.741	6.274		2.43	53.11	39.13	29.128
800	7.949	7.345		3.154	61.022	45.498	33.277
900	9.203	8.448		3.957	68.783	51.875	37.325
1000	10.503	9.585		4.833	76.358	57.942	41.269
1100	11.846	10.754		5.777		63.777	45.108
1200	13.224	11.947		6.783		49.536	48.826
1300	14.624	13.155		7.845			52.398
1370	15.611	14.004		8.616			54.807
1400	17.445	15.576		10.094			
1500	18.542	14.771		11.257			
1600	20.215	17.942		12.426			
1760	21.006	18.612		13.124			
1800				13.585			
1820				13.814			

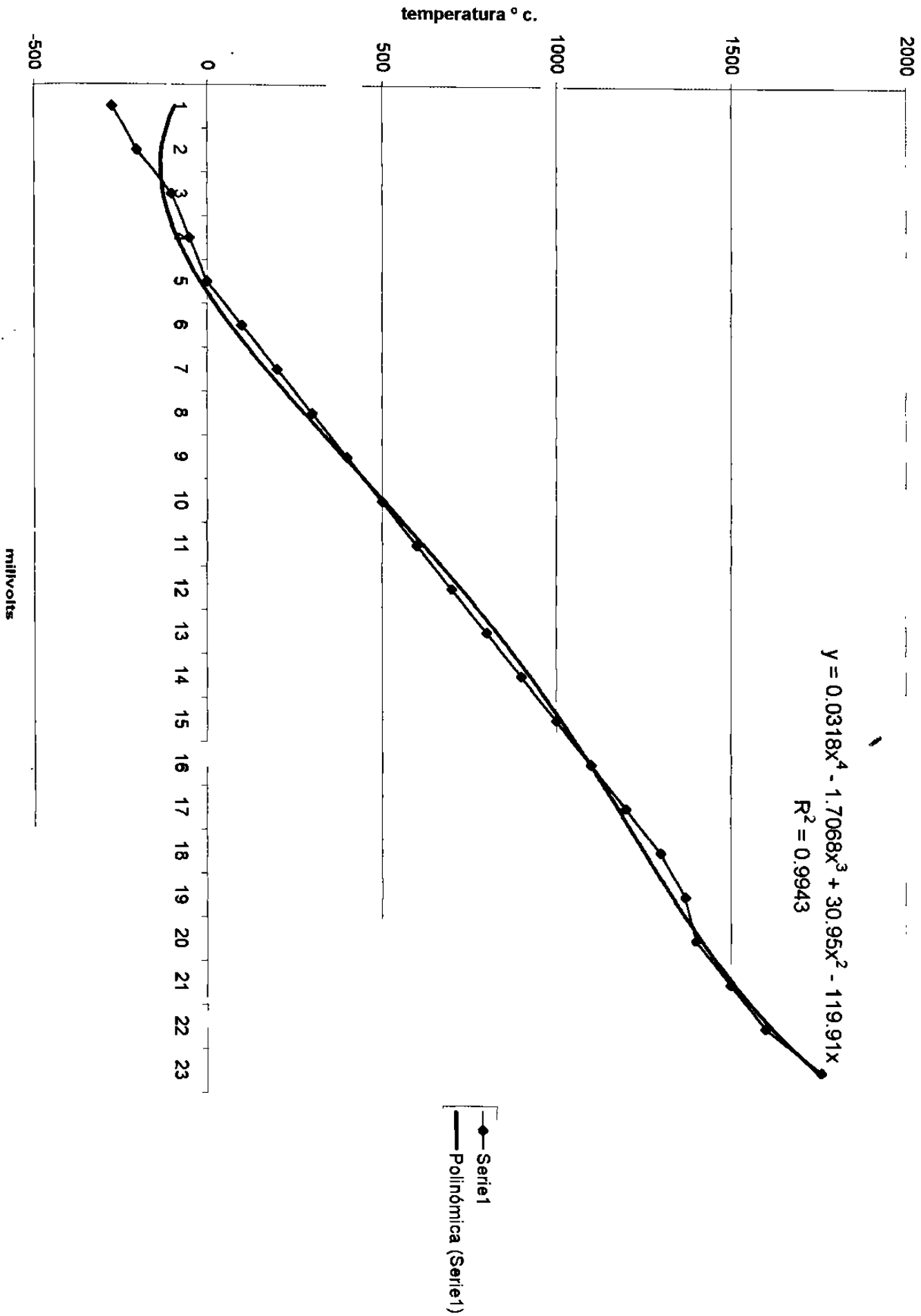
Tablas de termoresistores

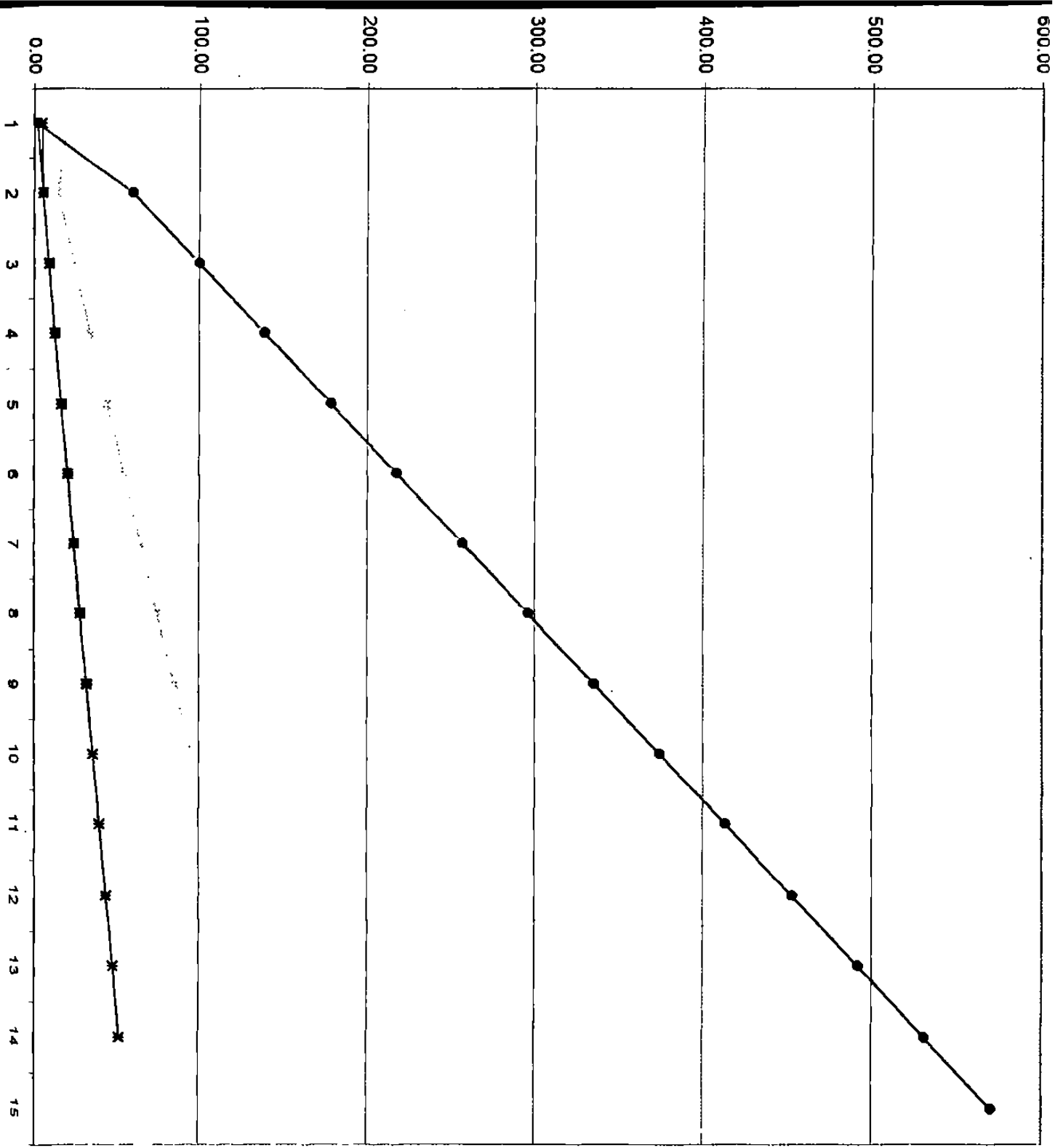
temperatura centigrados	resistencia termoresistor (rtd) 10 ohms cobre rtd @ 10 ma. 3 hilos	resistencia termoresistor (rtd) 100 ohms cobre rtd @ 1 ma. 2 hilos	resistencia termoresistor (rtd) 25.5 ohms precision	resistencia termoresistor (rtd) 10 ohms platino	resistencia termoresistor (rtd) 100 ohms platino
-200	2.20		22	5.5	2.16
-100	6.10	61	15.5	6.08	60.8
0	10.00	100	25.5	10.00	100.0
100	13.90	139	35.5	13.92	139.2
200	17.80	178	45.5	17.84	178.4
300	21.70	217	55.5	21.76	217.6
400	25.60	256	65.5	25.68	256.8
500	29.50	295	75.5	29.60	296.0
600	33.40	334	85.5	33.52	335.2
700			95.5	37.44	374.4
800				41.36	413.6
900				45.28	452.8
1000				49.20	492.0
1100				53.12	531.2
1200					570.4

Gráfica de temperatura Vs. milivolts para termopar tipo "R"



Gráfica de temperatura Vs. millivolts para un termopar tipo "s"



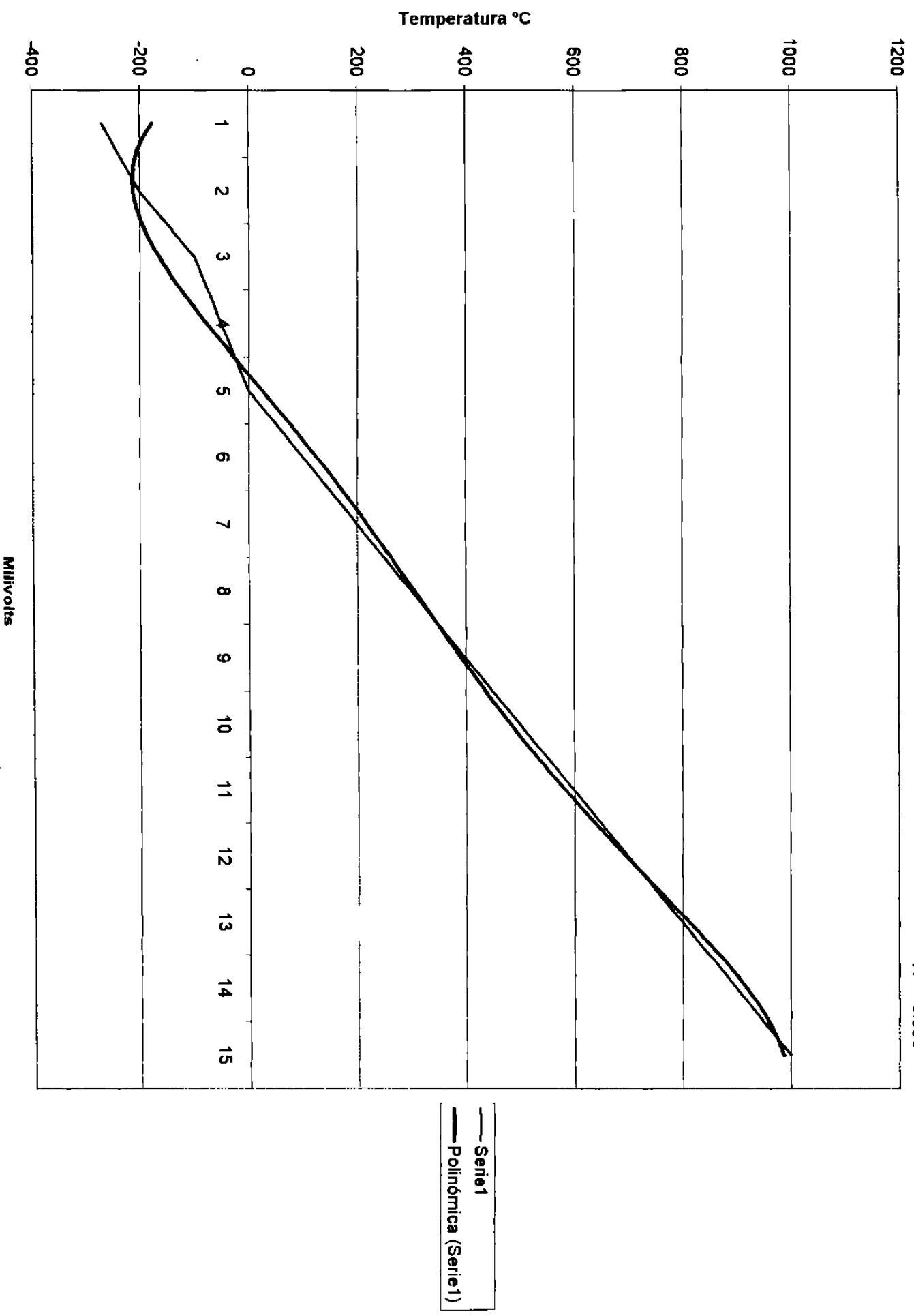


- Rtd cobre 10 ohms
- Rtd cobre 100 ohms
- Rtd platino 10 ohms
- *— Rtd platino 25.5 ohms
- Rtd platino 100 ohms

Gráfica de temperatura vs milivolts termopar tipo "E"

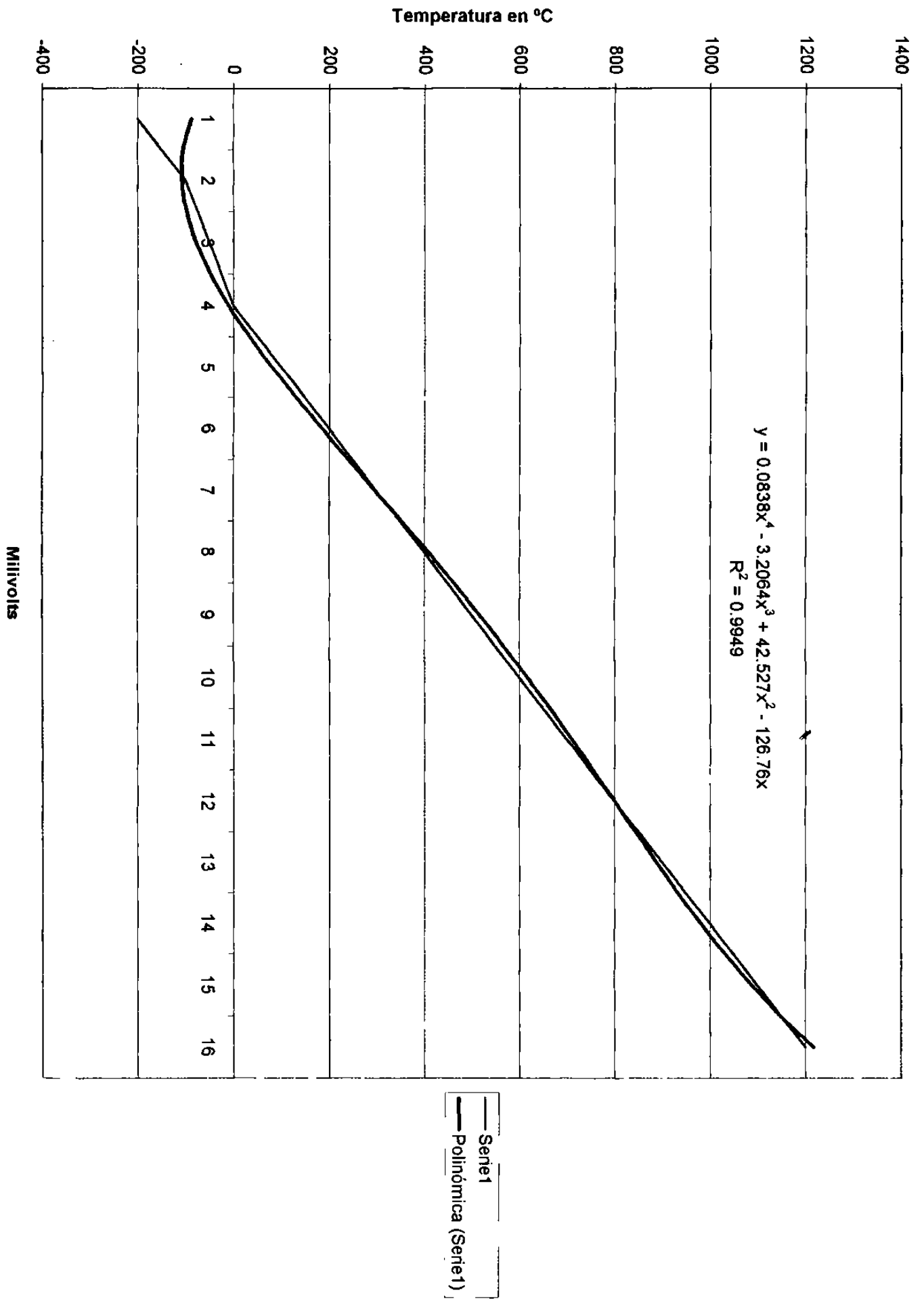
$$y = -0.0223x^5 + 0.944x^4 - 14.93x^3 + 109.14x^2 - 271.56x$$

R² = 0.993



Serie1
Polinómica (Serie1)

Gráfica de temperatura vs milivolts termopar tipo "J"



Gráfica de temperatura vs millivolts termopar tipo "B"

