

**La modelització gràfica com
alternativa a la modelització
algebraica en els etapes ini-
cials de l'ensenyament de les
ciències de la natura:**

*Introducció de la calculadora gràfica i els
sensors de mesura en 1r d'ESO*

Rafa Figueroles

IES Pare Arqués, Cocentaina

Índex

I.- Les activitats dintre del projecte d'investigació i innovació educativa i desenvolupament curricular

II.- Objectius del projecte en Matemàtiques i Ciències Naturals en 1r d'ESO

III.- Activitats realitzades

IV.- Avaluació de l'actuació de l'alumnat

V.- Avaluació de l'experiència

I.- Les activitats dintre del projecte d'investigació i innovació educativa i desenvolupament curricular

Aquestes activitats estan emmarcades dintre d'un projecte presentat i aprovat per la Conselleria d'Educació en el concurs de Projectes d'investigació i innovació educativa i desenvolupament curricular del curs 1999-2000.

El projecte consisteix en la utilització de sensors, CBL i la calculadora gràfica en la reproducció de fenòmens físics senzills. Els aparells s'encarreguen de registrar les dades i representar-les gràficament. La tasca de l'alumnat és la de avançar hipòtesis, contrastar-les amb les que elaboren els aparells, raonar les diferències i fer prediccions a partir d'elles.

Es pretén canviar la qualitat del treball a realitzar per l'alumnat, donant un salt qualitatiu en l'ensenyament-aprenentatge aprofitant les noves tecnologies:

- Els treballs més mecànics i treballosos (recollir les dades, tabular-les, representar-les gràficament) les fan els aparells de forma senzilla i ràpida.
- Les activitats de major nivell com anticipar hipòtesis, contrastar-les i/o refer-les, analitzar els resultats obtesos i fer prediccions basant-se en la proporcionalitat amb els valors treballats, són l'eix de l'activitat de l'alumnat.

Podem parlar d'una nova orientació del treball: l'alumnat es centra en un treball d'investigació i de resolució de problemes.

Aquesta primera fase del treball està centrada amb els continguts del bloc 3 de Ciències de la Naturalesa: Propietats generals de la matèria i estructura corpuscular. S'imparteix entre el final de 1r i el començament de 2n d'ESO. Aquest està relacionat amb el bloc 4 de Matemàtiques, que és Anàlisis i Gràfiques.

Hem elegit aquests continguts per estar associat amb processos físics senzills de reproduir experimentalment i que poden constituir l'inici del plantejament d'activitats relacionades amb altres camps.

II.- Objectius del projecte en Matemàtiques i Ciències Naturals en 1r i 2n d'ESO

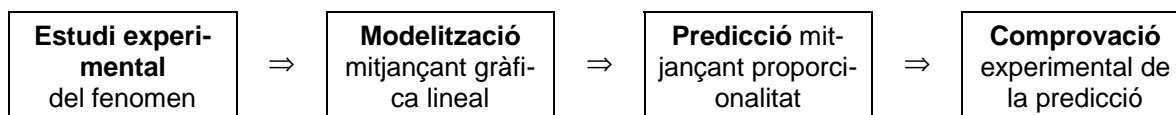
L'objectiu fonamental del projecte és:

Dissenyar activitats en les quals s'utilitzen sensors de mesura controlats per calculadores gràfiques per estudiar fenòmens físics senzills en els que siga possible establir correlacions lineals entre magnituds.

La seqüència metodològica de les activitats és la següent:

1. **Anàlisi del fenomen**, determinant les magnituds que el descriuen
2. **Disseny d'un muntatge experimental** senzill que permeta la reproducció controlada del fenomen.
3. **Emissió d'hipòtesis** de les relacions que cal esperar, en llenguatge gràfic.
4. **Recollida de dades i anàlisi** dels resultats
5. Utilització de les correlacions comprovades per **fer prediccions**.

La planificació de les activitats es farà aprofitant la rapidesa amb que els instruments recullen les dades i les tradueixen en llenguatge gràfic. Es tracta d'aplicar la seqüència:



Es presenta ara la part treballada durant aquest curs: la modelització i comprovació. El treball de proporcionalitat encara no està desenvolupat per la dificultat de dissenyar muntatges que es basen en relacions de proporcionalitat, cal concretar les idees que tenim embastades en dissenys senzills que mostren gràfiques lineals.

III.- Activitats realitzades

Hem seleccionat continguts relacionats amb el bloc del currículum "Propietats generals de la matèria i estructura corpuscular"

Com que la disponibilitat dels materials condiciona el que es pot fer, ens hem centrat en l'estudi de fenòmens relacionats amb les variacions de temperatura, de la qual disposem de sensors.

Les activitats realitzades són les següents:

Activitat 1: Com s'escalfen els objectes.

El sensor registra l'escalfament d'un cos, es registren les dades i s'elabora la gràfica de forma manual. Després es compara amb la de la calculadora gràfica.

Activitat 2: Com es refreden els objectes.

L'alumne avança una hipòtesi, el sensor i la calculadora gràfica mostren el resultat i l'alumne compara ambdues gràfiques analitzant les diferències

Activitat 3: Com varia la temperatura de dos cossos en contacte: un calent i l'altre més fred.

L'alumne avança una hipòtesi que es compara amb el resultat mostrat pels aparells

Activitat 4: La temperatura d'un cos augmenta indefinidament?

L'alumne fa una hipòtesi de com variarà la temperatura de l'aigua que s'escalfa.

Per a la realització d'aquestes activitats hem elaborat con a suport curricular tres instruments diferents:

Guió per al professor (Annex I).

La seua finalitat és:

- ◆ Contextualitzar l'activitat dintre de les assignatures de Matemàtiques i Ciències de la Naturalesa.
- ◆ Concretar els conceptes i procediments implicats per a que l'alumnat tinga un referent dels conceptes i procediments que s'utilitzaran.
- ◆ Planificar els treballs previs que permeten l'aplicació pràctica del conceptes i procediments, així com la contextualització de l'activitat posterior
- ◆ Planificar la sessió en la que es realitza la experiència

Fitxes de treball per a l'alumne (Annex II).

En aquestes:

- ◆ Se li planteja el problema
- ◆ Ha de descriure el disseny experimental
- ◆ Se li demana que avanci una hipòtesi
- ◆ Ha de comparar la seua hipòtesi amb la resposta donada pels instruments

- ◆ Ha d'analitzar el per què de les diferències
- ◆ Ha de predir què passarà amb valors no experimentats.

Guia per a la preparació i programació de la calculadora gràfica i la CBL (Annex III).

Es concreten els passos i valors a introduir en l'adaptació i traducció al valencià dels programes de Vernier Software que serveixen per a controlar els sensors de mesura mitjançant calculadores gràfiques TI.

IV Avaluació de l'actuació de l'alumnat

Davant el material (CBL, calculadora gràfica, retroprojector ...) i en la seua utilització

La utilització d'instruments d'aquestes característiques repercuteix positivament en l'actitud dels alumnes, motivant-los a participar en les activitats. Amb la seqüència de tasques que estructuren les activitats proposades es converteix en un repte intentar endevinar la gràfica que descriu el fenomen que es tracte.

En un altre ordre de coses els alumnes no presenten cap dificultat per a entendre com funciona el sistema CBL. No cal ni tan sols ensenyar-los a utilitzar-lo ja que dependre per si mateixos.

En la descripció dels dissenys experimentals de les activitats 1 y 2

Les descripcions dels dissenys experimentals son en la major part de les ocasions correctes

Descripció del muntatge experimental de l'activitat 1: calentament del sensor de mesura

2 DESCRIPCIÓ DEL DISSENY EXPERIMENTAL

Un sensor de temperatura conectat a una calculadora grafica. Primer le posat al aires i despres en el cos d'una persona. Cada 5 seg registrem la temperatura i em arreplegat 20 mesures.

Descripció del muntatge experimental de l'activitat 2: refredament del sensor.

2 DESCRIPCIÓ DEL DISSENY EXPERIMENTAL

Amb el sensor de temperatura, el porarem el contacte d'una persona per a calfar-lo lo máxim possible, i despres en contacte de l'aire, cada 5 segons, 20 mesures, i d'ací eixira una hipotesi.

d.- En el registre de les dades de l'activitat 1

El registre manual de les dades presenta en alguns casos deficiències que cal esmenar abans de començar a utilitzar les opcions de graficació automàtica

Recollida de dades manual deficient

3 RECOLLIDA DE DADES

Temps (s)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Temperatura (°C)	29.5	27.10	27.47	29.88	29.76	30.25	30.56	30.81	31.01	31.19
Temps (s)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Temperatura (°C)	31.37	31.56	31.66	31.74	31.81	31.91	31.96	32.01	32.04	32.22

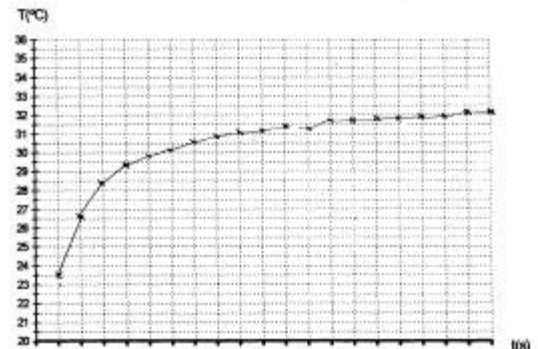
En aquest cas l'alumne no identifica el punt com representació de la coma decimal

En la construcció de la gràfica de l'activitat 1.

Els alumnes dibuixen la gràfica a partir de les dades que han arreplegat manualment. Les discrepàncies amb la gràfica que proporciona el sistema CBL serveixen per a descobrir els errors comesos en l'arreplegada de dades. Al final tots dibuixen la gràfica correcta.

En l'explicació de la gràfica de l'activitat 1

Encara que hi ha interpretacions de la gràfica que no arriben més enllà de la descripció, en altres casos ens trobem amb un anàlisi molt acurat de la relació entre la tendència de la gràfica i el fenomen que s'estudia. A continuació reproduïm dos exemples representatius.



Gràfica dibuixada a partir de les dades recollides de forma manual.

Explicació de la gràfica de calentament

Explicació de la gràfica

Des de 5 segundos a 45 segundos sube, después de 45 segundos a 60 se mantiene y después sube un grado más *Activitats amb sensors* y se mantiene mas o menos. Eso a pasado por que tiene el cuerpo caliente.

Explicació de la s

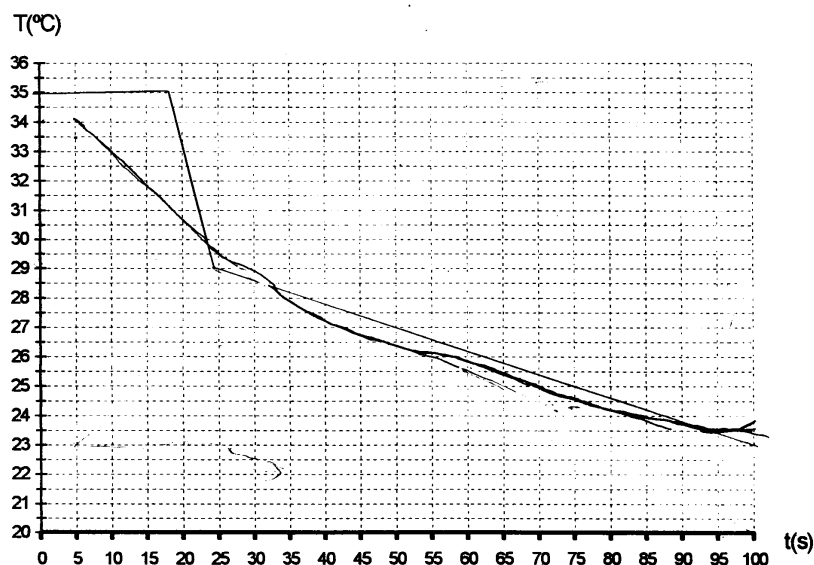
la grafica va pujant al principi molt *Activitats amb sensors* rapid i després s'estabilitza perquè la temperatura en minims i al principi comença molt de repent.

Mitjançant la posta en comú de l'activitat es tracta que els alumnes amb menys capacitat d'abstracció arriben a entendre les propostes dels seus companys amb més capacitat d'abstracció.

En l'emissió d'hipòtesis y la comparació amb la gràfica mesurada en l'activitat 2.

Donada la rapidesa del procés, els alumnes estan molt motivats a l'hora de fer la comparació entre la gràfica proposada per ells i la mesurada pel sistema CBL. A més a més, com existeix la possibilitat de programar el sistema per tal que la gràfica es generi en "temps real" l'alumne pot veure clarament per a quin part del fenomen falla la seua predicció.

3 EMISSIÓ D'HIPÒTESIS



Comentari de les diferències amb la gràfica proposada

Yo he pensat que primer es va a tindre i després baixaria asta 23° que es 7° de la classe
 A parat que ha baixat a poc a poc
 hasta que s'ha estabulitzat un poc.

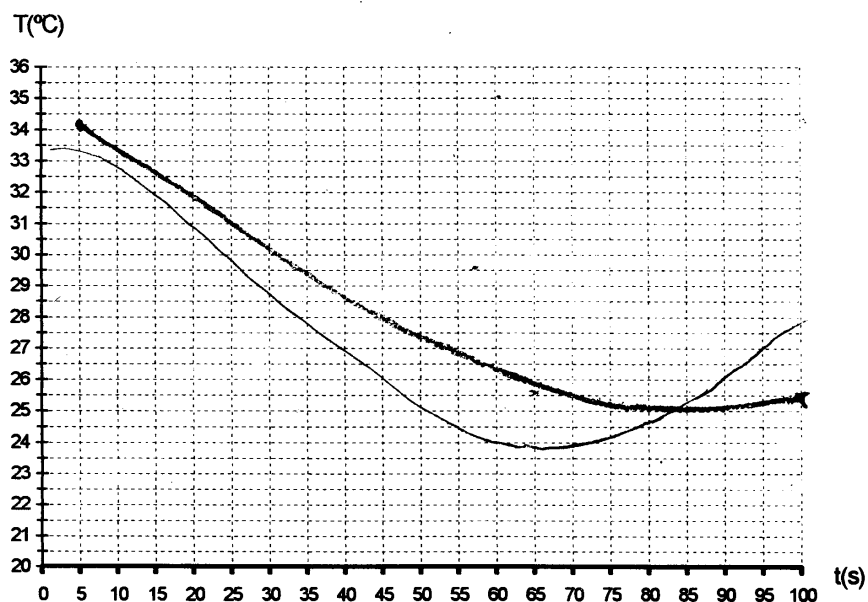
Activitat amb sensors

Gràfica proposada por l'alumne i gràfica mesurada pel sistema en el cas del refredament del sensor. Comentaris de semblances i diferències.

Durant la realització d'aquesta part de l'activitat convé tindre en compte la gran persistència que normalment tenen les idees prèvies. De vegades la correcció que fa l'alumne, copiant la gràfica que subministra el sistema CBL, manté, encara que en menor mesura, el seu error de partida. A continuació reproduïm un exemple d'això.

Gràfica proposada por l'alumne i gràfica mesurada pel sistema en el cas del refredament del sensor. Comentaris de semblances i diferències.

3 EMISSIÓ D'HIPÒTESIS



Comentari de les diferències amb la gràfica proposada

Yo creia que anava a baixat i després a montar y lo que ha passat es que soles a baixat

Encara que l'alumne identifica l'error que ha comès, copia malament la gràfica subministrada pel sistema CBL cometent el mateix error que abans, però en menor grau.

V.- Avaluació de l'experiència

Les dues conclusions més importants que poden traure a partir dels resultats exposats son:

1. Es factible utilitzar el sistema CBL des de 1r de ESO. Els alumnes comprenen el seu funcionament i, fins i tot; son capaces de programar-lo.
2. La modelització de l'evolució de fenòmens naturals mitjançant la utilització de gràfiques és una eina, de la qual es pot fer ús des de 1r de ESO, que permet introduir als alumnes en una dinàmica de treball coherent amb la metodologia pròpia de la investigació científica.

Annexo I Guió per al professor

Activitat 1: Com es calfa i es refreda un cos?

I.- Conceptes i procediments implicats:

A.- Magnitud (Matemàtiques: mesura, nombres, gràfiques, estadística i probabilitat)

(Ciències de la Natura: mètode científic, atmosfera)

1. Concepte de magnitud
2. Magnitud temperatura
 - Unitats
 - Instruments de mesura
 - Utilització dels instruments: termòmetres capil·lars, circulars, sensors

B.- Construcció i interpretació de gràfiques:

1. Quines gràfiques coneixem
2. Tipus de gràfiques
3. Taules de freqüència
 - Els polígons de freqüència:
 - Elements.
 - Les magnituds
 - Gradació
 - Representació dels valors
 - Traçat de la línia resultant

C.- Observació de fenòmens

1. Delimitar les variables
2. Definir i concretar les condicions per fer l'observació
3. Registre de les observacions
4. Extrapolacions a partir de les dades recollides

D.- Hipòtesis

1. Iniciar al concepte d'hipòtesi
2. La hipòtesi anticipada a l'observació
3. L'experimentació com a comprovació de la hipòtesi
4. Comprovació de la hipòtesi:
 - Certa: extrapolacions, tendències
 - Falsa: anàlisi causes, reelaboració

E.- Elaborar un pla d'actuació

II.- Treball previ a l'experiència:

A.- Planificar i treballar la setmana anterior els conceptes implicats (I) en les àrees de Matemàtiques i Ciències de la Natura al voltant de la temperatura a l'aula:

La setmana anterior (2 setmanes abans de l'experiència), instal·lar un termòmetre capil·lar i un altre circular a l'aula.

Cada hora (8, 9, 10, 11, 12, 13 i 14 hores) un equip llegeix i registra els valors.

Es delimita el procediment per la lectura, tipus de taula-registre.

Cada equip fa una representació gràfica de les temperatures del dia.

S'acorda com fer la representació gràfica dels cinc dies de la setmana (distints colors, ...)

III.- Realització de l'experiència

A.- Plantejament del problema

B.- Descripció del pla d'actuació:

1. Quins instruments utilitzarem: el sensor, ...
2. Quines unitats
3. Quin procés
4. Qui i com registrarem les observacions

C.- Pla d'actuació:

1. Com augmenta la temperatura.
 - Col·locar el sensor a l'axil·la d'un alumne i llegir els valors de la temperatura
 - Repetir l'experiència amb els aparells.
 - Comparar les gràfiques
 - Traure conclusions. Delimitar tendències.
2. Com disminueix la temperatura
 - Fer una hipòtesi inicial, dibuixar la gràfica.
 - Calçar el sensor a l'axil·la d'un alumne.
 - Registrar com disminueix quan deixem el sensor a l'aire
 - Comparar les gràfiques
 - Traure conclusions. Delimitar tendències.

Annexo II Fitxa de l'alumne. Activitats 1 i 2.

1 PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA

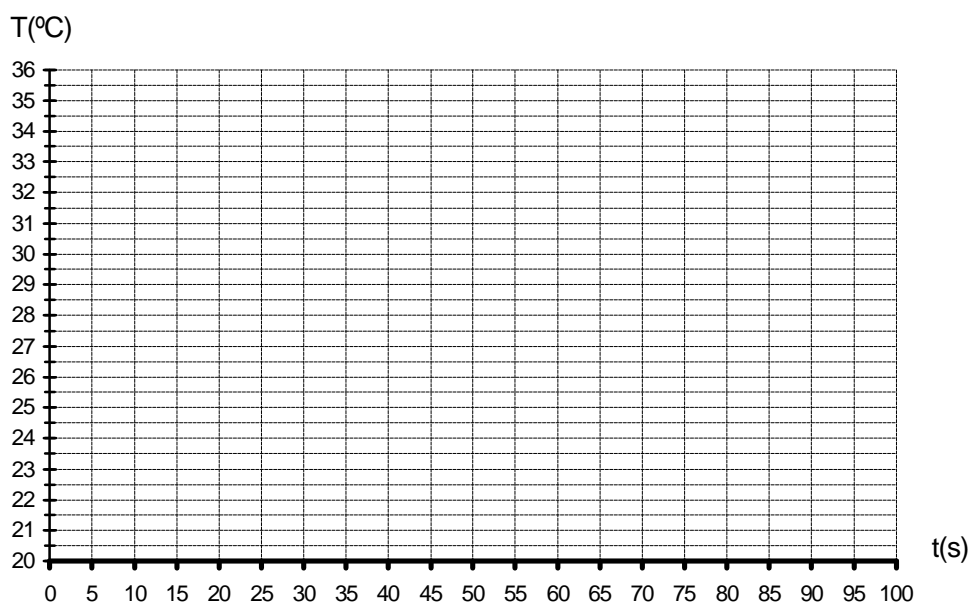
Anem a estudiar com s'escalfen els objectes. Començarem amb la situació més senzilla. Agafarem un termòmetre i l'escalfarem directament per determinar com augmenta la temperatura amb el temps.

2 DESCRIPCIÓ DEL DISSENY EXPERIMENTAL

3 RECOLLIDA DE DADES

Temps (s)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Temperatura (°C)										

Temps (s)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Temperatura (°C)										



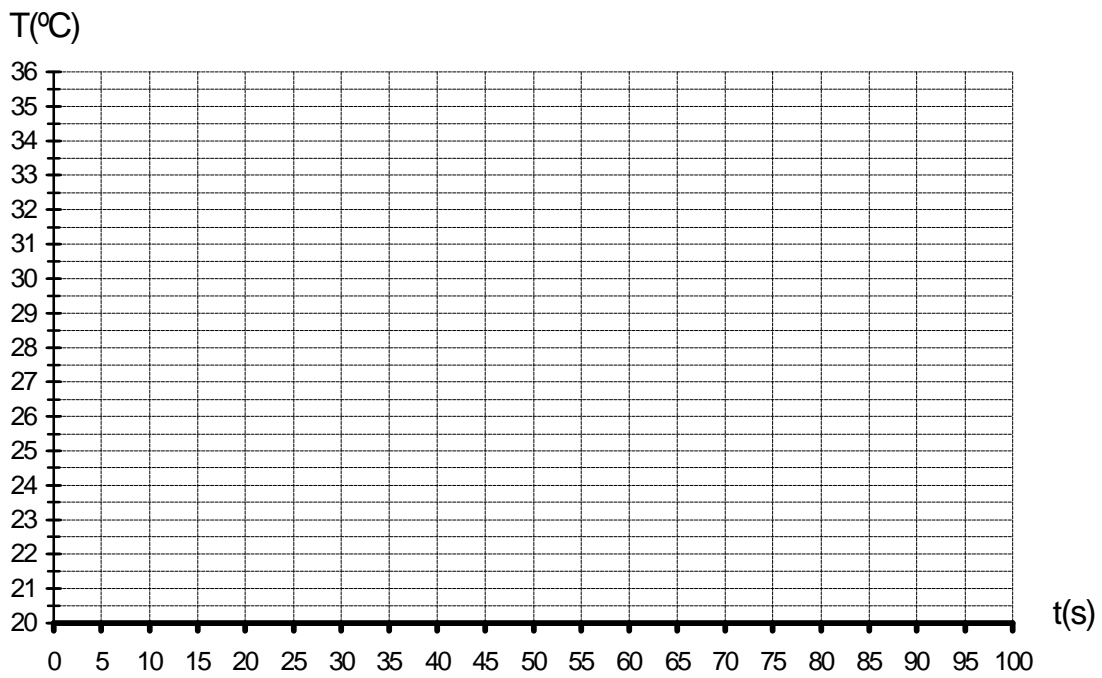
Explicació de la gràfica

1 PLANTEJAMENT DEL PROBLEMA

Una vegada hem estudiat com s'escalfa el termòmetre volem determinar com es refreda. Arreplegarem les dades de forma automàtica, però abans intentarem esbrinar la gràfica que eixirà, és a dir, farem una hipòtesi.

2 DESCRIPCIÓ DEL DISSENY EXPERIMENTAL

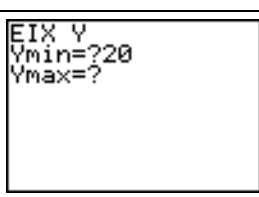
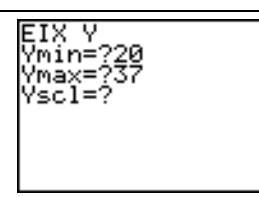

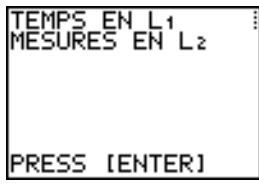
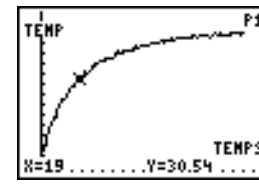

3 EMISSIÓ D'HIPÒTESIS



4 DIFERÈNCIES ENTRE GRÀFICA PROPOSADA I MESURADA. CONCLUSIONS

Annexo III Pantalles del programa ACTEMP

<p>1. Pantalla de presentación.</p>	<pre> IES PARE ARQUES TEMPERATURA AMB LA CBL PER LA TI-83 PRESS [ENTER] </pre>	<p>2. Menú de inicio del programa. Comenzamos con la opción preparar</p>	<pre> **MENU INICI** 1:PREPARAR 2:RECOLLIR DADES 3:VEURE GRAFICA 4:EIXIR </pre>
<p>3. Posible mensaje de error al comprobar las conexiones</p>	<pre> *ERR CONNEXIO* POLSE EL BOTO ON DE LA CBL TRAGA Y TORNE A INTRODUIR LES CLAVILLES DE CONNEXIO. PRESS [ENTER] </pre>	<p>4. Selección del número de sensores que se desea conectar. Escogemos uno.</p>	<pre> NUM. DE SENSORS 1:UN 2:DOS 3:TRES </pre>
<p>5. Selección del tipo de sensor a utilizar. Sólo aparece la opción del sensor de temperatura.</p>	<pre> SELEC. SENSOR 1:TEMPERATURA </pre>	<p>6. Indicación de la entrada a la que se debe conectar el sensor.</p>	<pre> UTILITZE LA ENTRADA CH1 PRESS [ENTER] </pre>
<p>7 Vuelta al menú de inicio. Continuamos con la opción recoger datos</p>	<pre> **MENU INICI** 1:PREPARAR 2:RECOLLIR DADES 3:VEURE GRAFICA 4:EIXIR </pre>	<p>8. La opción en pantalla presenta el valor de la temperatura. La opción gráfica representa la temperatura en función del tiempo, si la escogemos pasamos a la pantalla 9.</p>	<pre> RECOLLIR DADES 1:EN PANTALLA 2:GRAFICA 3:TORNAR INICI </pre>
<p>9. Debemos indicar el tiempo que queremos que transcurra entre dos medidas sucesivas. Introducimos el valor y apretamos enter.</p>	<pre> INDIQUE TEMPS ENTRE MESURES EN SEGONS: </pre>	<p>10 Debemos indicar el número de medidas a realizar. Introducimos el valor y apretamos enter.</p>	<pre> INDIQUE TEMPS ENTRE MESURES EN SEGONS: 1 INDIQUE NUMERO DE MESURES: </pre>
<p>11 Pantalla que informa sobre las elecciones realizadas informándonos de la duración total del proceso.</p>	<pre> TEMPS ENTRE MESURES 1.000 S MESURES 100 DURACIO DEL PROCES 100.00 S PRESS [ENTER] </pre>	<p>12 Pantalla que nos pide confirmación para continuar. La opción modificar nos devuelve a la pantalla 9.</p>	<pre> **CONTINUAR** 1:UTILITZAR 2:MODIFICAR </pre>
<p>13 La gráfica se puede generar conforme se está midiendo, en directo, o al concluir el proceso de medida. Si escogemos 1 pasamos a la pantalla 14, si escogemos 2 pasamos a la pantalla 18.</p>	<pre> GRAFICAR 1:EN DIRECTE 2:EN DIFERIT </pre>	<p>14 Debemos indicar el valor mínimo de la temperatura que queremos que aparezca en la gráfica generada en tiempo real. Introducimos el valor y apretamos enter.</p>	<pre> EIX Y Ymin=? </pre>

<p>15 Debemos indicar el valor máximo de la temperatura que queremos que aparezca en la gráfica generada en tiempo real. Introducimos el valor y apretamos enter.</p>		<p>16 Debemos indicar el intervalo entre marcas de escala en el eje de temperatura. Introducimos el valor y apretamos enter.</p>	
<p>17 Pantalla que nos pide confirmación para empezar a medir</p>		<p>18 Comienza a generarse la gráfica temperatura tiempo en intervalo de valores de temperatura indicada. Esta gráfica sólo aparece en pantalla (no reproducida al no poderse capturar) mientras el sistema está midiendo. Al acabar el proceso de medida el sistema presenta la pantalla 19.</p>	
<p>19 Pantalla que nos informa de las listas de la calculadora en las que se han almacenado los datos medidos. Apertando enter recuperamos la gráfica.</p>		<p>20 La gráfica recuperada ajusta automáticamente el eje y al intervalo de valores medido. Si apretamos enter pasamos a la pantalla 21</p>	
<p>21 Pantalla que nos permite repetir el proceso de medida. Si escogemos Si volvemos a la pantalla 14. Si escogemos No pasamos a la pantalla 22</p>		<p>22 Vuelta al menú de inicio. La opción 3 nos permite recuperar la gráfica. La opción 4 permite salir del programa. Aún cuando se haya salido del programa y apagado la calculadora al volver a entrar en el programa la opción 3 nos permite recuperar la última gráfica realizada.</p>	