



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE QUÍMICA

"LA ENSEÑANZA DE LA SOLUBILIDAD EN EL ENTORNO  
EDUCATIVO Y SU RELACION CON EL LABORATORIO DE  
QUÍMICA GENERAL"

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**QUÍMICA DE ALIMENTOS**  
P R E S E N T A :  
**ORIANA AVILES AVILA**



México, D.F.

**EXAMENES PROFESIONALES  
FACULTAD DE QUÍMICA**

2002



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**Jurado Asignado**

Presidente	Prof. Graciela Müller Carrera
Vocal	Prof. Jesús González Pérez
Secretario	Prof. Mercedes Llano Lomas
1er. Suplente	Prof. Adela Castillejos Salazar
2do. Suplente	Prof. Fernando García Mata

**Sitio donde se desarrolló el tema:**

Lab. C-7, Facultad de Química, UNAM

**Asesor del tema:**

Mercedes Llano Lomas



---

**Sustentante:**

Oriana Avilés Avila



---

## *Dedicatorias*

*Abuelito,*

*Aunque sé que nunca podrás ver esto, quiero decirte que este trabajo es para ti. Gracias por todo el apoyo que le diste a mi mamá para que siguiéramos estudiando, sin tu ayuda las cosas hubieran sido diferentes.*

*Mamá y Hermana,*

*Este trabajo es suyo, gracias por animarme a seguir adelante y no dejarme vencer.*

## **Agradecimientos**

### *A la vida.*

*Gracias darme lo que tengo hasta ahora.*

### *A ti Mama querida.*

*Ningún papel es suficiente para expresar lo agradecida que estoy contigo y que siempre lo estaré.*

*Gracias por darme la vida.*

*Gracias por ser mi compañera y amiga.*

*Gracias por sacrificar tantas cosas por mi.*

*Gracias por ser tan buen Padre y Madre al mismo tiempo.*

*Gracias por tu comprensión y cariño.*

*Gracias por todas esas horas de desvelo cuando me cuidabas el sueño.*

*Gracias por ese apoyo incondicional y en todo momento.*

*Gracias por hacerme una persona de bien.*

*Gracias por darme el coraje y el valor de enfrentarme a la vida y seguir adelante.*

*Gracias por todas esas palabras de aliento.*

**Gracias por dejarme ser parte de tu vida.**

*Te amo.*

### *A ti Hermana.*

*Mil gracias por todo tu apoyo durante estos 25 años que llevamos juntas, en verdad agradezco que la vida nos haya puesto en el mismo camino y que podamos estar unidas en este gran momento de nuestras vidas. Formamos un equipo inigualable, y de no ser por tu apoyo y comprensión este trabajo no estaría terminado. Recuerda, esta tesis es de las dos y espero que siempre estés orgullosa de mi como yo lo estoy de ti.*

**Gracias por estar a mi lado siempre.**

*Te adoro*

### *A Meche.*

*No me queda más que agradecerte de todo corazón por todo el apoyo que me has brindado durante mi estancia en esta Universidad. Gracias a tu ayuda, mi vida de estudiante se aligeró. Mil gracias por ponerle tanto empeño a este trabajo y por tener tanta fe en mi, espero no defraudarte.*

*Mil Gracias*

A Chela.

*Gracias por todo tu apoyo durante mi estancia en esta Universidad.*

A la Universidad.

*Gracias por acogerme durante todo este tiempo y por ayudarme a crecer y por darme la oportunidad de conocer gente tan maravillosa.*

A mis maestros.

*Gracias por haberme formado como una profesionista.*

Al tucayo.

*Gracias por hacerme el camino menos pesado con tu apoyo.*

A Daniela.

*Amiga, mil gracias por ser mi compañera durante todo este tiempo, gracias por tu apoyo pero aún más por tu amistad.*

A Pablo Antonio.

*Le doy gracias a la vida por que nos dio la oportunidad de estar juntos en este momento, Gracias por todo tu apoyo, amistad incondicional y amor.*

A mis amigos.

*Gracias por estar conmigo en todo momento, mi vida no serfa igual sin ustedes.*

A mis perritas.

*Gracias por ser mis compañeras incondicionales y darme su cariño.*

## INDICE

---

<b>Tema</b>	<b>Página</b>
I. Introducción.	1
II. Antecedentes.	2
III. Enseñanza de la solubilidad en el entorno educativo.	5
IV. Guión de trabajo experimental.	21
V. Herramienta desarrollada para la validación del guión experimental.	30
VI. Resultados Experimentales.	37
VII. Análisis de Resultados.	96
VIII. Conclusiones generales.	103
IX. Bibliografía.	104

---

## I. INTRODUCCIÓN.

---

El objetivo de este trabajo es realizar la validación del Guión de Trabajo Experimental desarrollado en el Laboratorio de Química General para enseñar el concepto de "solubilidad".

En el ámbito educativo la enseñanza de este concepto se inicia en el nivel medio y continúa formando parte de los programas de estudio en el nivel medio superior. Al estudiar este tema en el Laboratorio de Química General, asignatura del tronco común en el primer semestre en la Facultad de Química, se ha visto que a los alumnos se les dificulta su comprensión y que tienen problemas para aplicarlo.

La solubilidad es un concepto básico para la comprensión de la estequiometría; en asignaturas de semestres posteriores se estudia con mayor profundidad para aplicarse a la resolución de problemas particulares en áreas de trabajo específicas, por lo que es necesario asegurar su comprensión en el curso de Química General.

La finalidad de esta tesis es determinar si en el guión experimental están contenidos los elementos necesarios para que el alumno descubra por sí mismo el concepto de solubilidad y adquiera elementos suficientes para poder aplicarlo a problemas de estequiometría. Esto se hará con base en el análisis de los resultados experimentales obtenidos por los alumnos en el laboratorio durante varios semestres.

Se realizó un trabajo de investigación bibliográfica de los libros de texto utilizados en Secundaria, Preparatoria y Licenciatura, a fin de conocer el grado de dificultad con que se enseña este concepto en estos niveles y determinar si son o no suficientes para continuar con su estudio en los semestres superiores de la Licenciatura.

Para la validación del guión experimental se utilizaron herramientas previamente diseñadas, que permitieron realizar un seguimiento a través de varios semestres, así como el análisis de los resultados experimentales obtenidos por los alumnos. Esto permitió verificar si se han cumplido los objetivos planteados dentro del guión experimental.



## II. ANTECEDENTES

---

Parece ser que hoy en día la enseñanza experimental se hace más por obligación que por necesidad; su papel es el de una acompañante del trabajo teórico que se realiza frente al pizarrón y sólo en pocos casos busca un objetivo determinado. Sin embargo, en la mayoría de los casos la enseñanza teórica es en esencia pasiva, receptiva y unidireccional, a diferencia de la enseñanza experimental, donde el estudiante puede ir por su propio pie y guiado por el profesor, al encuentro del conocimiento. (*Hernández Luna, 1994*).

El trabajo en el laboratorio se ha desarrollado desde hace mucho tiempo, sus inicios se conocen desde por lo menos el año de 1820 (*Pickering, 1993*). En ese entonces servía para que en él se adquiriera el conocimiento por medio de la realización de experimentos. Conforme fue pasando el tiempo, la metodología y las estrategias comenzaron a estancarse y por consecuencia se fue fomentando la pérdida de interés del alumno por el trabajo experimental.

Los dos puntos anteriores han tenido como consecuencia problemas que afectan la enseñanza de la Química: el menospreciar la importancia del laboratorio ha enfocado su enseñanza a una forma teórica y unilateral; las prácticas inadecuadas y la mala estructuración de los cursos experimentales han ocasionado que se enseñen ejemplos individuales que no permiten la generalización ni el entendimiento de leyes o principios; hay falta de tiempo para asimilar la información ya que los temarios son muy extensos y los alumnos no tienen tiempo de repetir y corregir los errores en las prácticas; el considerar al instructor como una autoridad que funge como fuente primaria de información, responsable de enseñar, provoca en los estudiantes una actitud de recipientes pasivos del conocimiento; los cursos inadecuados y aburridos ocasionan distracción y falta de motivación y por tanto desinterés por la materia y por aprender la utilización correcta del equipo. Todo esto repercute en la falta de pensamiento abstracto en los estudiantes y en el desconocimiento de la importancia de la ciencia en la sociedad.

Ante la problemática mencionada y debido a la preocupación de la Facultad de Química por mantener un excelente nivel educativo tanto en el ámbito teórico como experimental, se inició en el año 1994 un Programa de Reforma de la Enseñanza Experimental, en el cual se fomenta que los alumnos aprendan a trabajar en equipo, apliquen el método científico, experimenten e interactúen con los fenómenos naturales, se equivoquen y corrijan, y con todo esto, logren generalizar leyes y conceptos teóricos.

Este Programa se inició con el fin de reestructurar el trabajo dentro de los laboratorios, a fin de que a través de los fenómenos estudiados, el alumno por sí mismo sea capaz de adquirir el conocimiento a través de un proceso de descubrimiento. Todo esto se logra a través de problemas planteados por el profesor, que deben estar bien definidos, contener una incógnita que pueda resolverse únicamente por la vía experimental, y de los cuales sea posible encontrar una explicación, para finalmente inferir la ley o concepto en estudio.

Los lineamientos del PREE (*Hernández Luna, 1994*) establecen que se deben seleccionar aquellos temas o conceptos cuyo aprendizaje se vea favorecido al realizarse por vía experimental, y uno de los conceptos seleccionados en el Laboratorio de Química General fue el de "solubilidad".

Los pasos seguidos para el desarrollo del guión experimental correspondiente fueron los siguientes:

1. Definir de manera precisa del objetivo académico a conseguir y el objeto de conocimiento a ser aprendido por el estudiante:
  - El alumno comprenderá que la solubilidad es un valor numérico que indica la cantidad máxima de sustancia que se disuelve en un volumen determinado de disolvente a una temperatura dada. Es una propiedad intensiva.
  - El alumno comprenderá que la temperatura a la cual se forman los primeros cristales en una disolución saturada, siempre es la misma. La solubilidad es una propiedad cuyo valor cambia con la temperatura.
  - El alumno será capaz de interpretar las curvas de solubilidad en función de la temperatura.
2. Realizar el trabajo experimental requerido en el laboratorio a fin de que el profesor adquiera un dominio pleno del fenómeno por enseñar:
  - Se estudió la variación de la solubilidad del nitrato de potasio en función de la temperatura en un intervalo de 10°C a 90°C.
  - Se determinó la temperatura a la cual se establece el equilibrio de solubilidad de diferentes volúmenes (1, 2, 5 y 10 mL), de una disolución saturada de  $\text{KNO}_3$ . Con todos ellos se obtuvieron prácticamente las mismo datos que se informan en la literatura.
3. Establecer las condiciones de operación apropiadas para la experimentación:
  - Se debe trabajar con nitrato de potasio con grado de pureza R.A.
  - El estudiante debe trabajar con disoluciones que tengan la siguiente composición:

Tubo	A	B	C	D	E	F	G	H
$\text{KNO}_3$	0.212	0.316	0.453	0.613	0.836	1.060	1.365	1.670
mL agua	1	1	1	1	1	1	1	1

Es suficiente utilizar las cantidades de sal requerida para un volumen de 1 mL de agua, para obtener resultados experimentales válidos. La precisión de los resultados aumenta si se utilizan mayores cantidades de sal y agua.

Si trabaja con las concentraciones indicadas, se obtienen resultados en un intervalo de temperaturas de 10°C a 80°C, que son valores de temperatura que se alcanzan sin ningún problema por medio de calentamiento en Baño María.

- Debe calentar cada tubo en baño María hasta disolución completa de la sal y posteriormente debe enfriar lentamente para determinar la temperatura a la cual aparecen los primeros cristales en cada una de las disoluciones saturadas.
- Si el alumno trabaja con las disoluciones señaladas y sigue las indicaciones del procedimiento experimental obtendrá los valores de temperatura que se informan en la literatura con un error de  $\pm 5\%$

4. Generar el problema experimental que al ser resuelto por el estudiante le permitirá adquirir el conocimiento señalado en el punto 1:

Problema 1. ¿A qué temperatura se inicia la cristalización de la disoluciones A, B y C, que tienen la siguiente composición?

Disolución A: 0.613 g de  $\text{KNO}_3$  en 1 mL de agua.

Disolución B: 1.226 g de  $\text{KNO}_3$  en 2 mL de agua.

Disolución C: 3.065 g de  $\text{KNO}_3$  en 5 mL de agua.

Problema 2: ¿Cuál es la solubilidad del nitrato de potasio a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45° C?

5. Elaborar el guión de enseñanza experimental para el estudiante. Este guión se presenta en el capítulo IV y cuenta con los siguientes elementos:
- Titulo del guión
  - Enunciado del problema a resolver. Consiste en una pregunta clara y concisa dirigida al estudiante. Debe señalarse que sólo hay una respuesta correcta y que en ella radica la solución al problema.
  - Información estrictamente necesaria para el estudiante sobre sustancias, materiales, equipo, métodos de análisis, medidas de seguridad, tratamiento de desechos, etc.
  - Información sobre intervalos de operación experimental recomendables, así como secuencia de eventos.
  - Cuestionario sobre aspectos relacionados a las actividades propias de la experimentación. Este cuestionario contiene una serie de preguntas que persiguen lo siguiente:
    - ✓ Ayudar a fijar la atención del estudiante en los aspectos claves, necesarios para dar solución al problema planteado.
    - ✓ Inducir al estudiante a percatarse de las relaciones de causalidad existentes en el o los fenómenos bajo estudio.
    - ✓ Ayudar al estudiante a constatar por sí mismo la validez de los resultados obtenidos a lo largo del estudio experimental.
    - ✓ Facilitar el ordenar convenientemente los resultados obtenidos.
    - ✓ La última pregunta de este cuestionario corresponde a la planteada en el enunciado inicial del guión y debe dar lugar a una respuesta única y precisa. Esta respuesta es la conclusión misma del correcto análisis y da validez de los resultados obtenidos durante la experimentación realizada

El guión desarrollado se sometió a evaluación por parte de un Comité, y una vez aprobado se implantó en el curso correspondiente. Ahora se requiere verificar si realmente el alumno logra un dominio del tema después de realizar el guión experimental.

### III. ENSEÑANZA DE LA SOLUBILIDAD EN EL ENTORNO EDUCATIVO

---

En el curso de Química General que se imparte en el primer semestre de la licenciatura en la Facultad de Química, el concepto de solubilidad se trata en la Unidad II, La materia y sus cambios, Inciso 2.4, Propiedades físicas de la materia. El guión de trabajo "Solubilidad" que se trabaja en el Laboratorio de Química General tiene como objetivo que el alumno comprenda que la solubilidad es una propiedad física de la materia, que es una propiedad intensiva y que su valor depende de la temperatura. Debido a que durante la realización de la práctica se detectaron muchos problemas para la comprensión de este concepto, se consideró necesario analizar qué y cómo se enseña en los niveles previos.

#### III.1 Nivel medio (secundaria).

Se consultó el programa oficial de la Secretaría de Educación Pública y se analizó el contenido de diferentes libros de texto utilizados por profesores de este nivel. El tema solubilidad se encuentra ubicado en el bloque llamado "Manifestaciones de la materia. Mezclas y su separación. Compuestos y elementos químicos", que corresponde al segundo bloque del primer curso de Química, que se imparte en el segundo año de secundaria.

El programa recomienda que aunque se dan por separado la Física, Química y Biología los profesores sean diferentes, ya que aportan una visión sin fragmentar de la ciencia aunque algunas veces aparezcan repeticiones en las diferentes materias.

El programa recomienda que los contenidos de los cursos no deben presentarse con énfasis teórico y abstracto, pues ello provoca la animadversión de los estudiantes e influye negativamente en su formación. La presentación de la Química sin sustento experimental ocasiona que el alumno se forme una idea incompleta, distorsionada y pobre de esta disciplina. Deben estimularse las actividades de laboratorio en las que el estudiante desarrolle su creatividad y se enfrente con experimentos cercanos a su persona y ambiente.

Los libros de texto consultados se presentan en la tabla III.1.1 El análisis de los temas que se tratan cuando se estudia este concepto se presentan en la tabla III.1.2.

Tabla III.1.1 Libros de texto del nivel medio consultados.

Título	Autor	Editorial y año de edición
A. El hombre y la química.	Mosqueira Roldán, et al.	Patria, 1994.
B. Química.	Solís Oba, et al.	Santillana, 1994.
C. Química 2.	García Graciela, et al.	Castillo, 1963.
D. Química 2.	Bonnet Romero.	Harla, 1994.
E. Química práctica.	Cortés Juárez, et al.	Fernández Editores, 1994.
F. Química.	Vallejo Martínez, et al.	Publicaciones Culturales, 1994.

Título	Autor	Editorial y año de edición
G. Química 1.	Bonnet Romero.	Harla, 1994.
H. Química .	Romo Marín, et al.	Castillo, 1994.
I. Química 1.	Bascuñán Blaset, et al.	Limusa, 1994.
J. La aventura con la ciencia.	Valdés Galicia, et al.	Pedagógicas, 1994.
K. Cuaderno de trabajo.	Otamendi Sancén.	Progreso, 2001.

Tabla III.1.2 Contenido de la bibliografía utilizada en el tercer curso del Nivel Medio .

CONCEPTO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Definición de disolución.	✓	✓	✓	✓			✓					
Definición de disolvente y soluto.		✓		✓			✓			✓	✓	
Clasificación de mezclas por tamaño de partícula.		✓					✓					
Características de las disoluciones.		✓										
Clasificación de las disoluciones.		✓		✓			✓					
Ejemplos de disoluciones.			✓									
Solución diluida.		✓	✓		✓					✓	✓	
Solución concentrada.		✓	✓		✓					✓	✓	
Solución saturada.	✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓	
Solución sobresaturada.	✓				✓					✓	✓	
Proceso de disolución.				✓								
Disociación iónica.				✓								
Electrolitos fuertes y débiles.				✓								
Definición de solubilidad.	✓		✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓
Ejemplos de la vida cotidiana..	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Efecto de la T en la solubilidad de sólidos y gases.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Gráfica de cambios de solubilidad a diferentes T.									✓		✓	
Efecto de la P en la solubilidad de gases.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Concentración: Porcentaje de masa y volumen.	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓
Molaridad.				✓								
Molalidad.				✓								
Ejemplo de cálculos de concentración.		✓	✓	✓			✓	✓	✓			
Propiedades coligativas de las soluciones.				✓								
Ejercicios.			✓		✓				✓	✓	✓	
Experimentos.	✓		✓		✓			✓	✓	✓	✓	

A. "El hombre y la química". Las definiciones que presenta son muy simples y por lo mismo a veces poco precisas, lo que dificulta la comprensión de este concepto. Por ejemplo, con respecto a las soluciones sobresaturadas todo lo que dice es lo siguiente: *"Es posible preparar una solución con mayor cantidad de soluto, que una solución saturada a la misma temperatura. A esta solución que existe en forma inestable se le llama solución sobresaturada."*

No hay una definición de solubilidad, ni siquiera presentada de manera simple. Lo que menciona es lo siguiente: *"...En ocasiones el vocablo solubilidad se utiliza para indicar con precisión el peso de soluto que se requiere para saturar la unidad de volumen del solvente de que se trate."* y sólo más adelante menciona que "la solubilidad depende de la temperatura".

El experimento propuesto para ver la influencia de la temperatura en la solubilidad implica la disolución de cloruro de sodio en agua a diferentes temperaturas; la solubilidad del cloruro de sodio es de 35.7 a 39.7 g de sal en 100 mL de disolvente en un intervalo de temperatura de 0 a 100°C. Como se ve es un valor que prácticamente no varía en gran medida con la temperatura, lo que hace difícil que el alumno vea diferencias notables en este experimento. No presenta ningún tipo de ejercicios resueltos ni para resolver.

B. "Química. 2do. curso". Menciona que *"...la solubilidad es la propiedad que tienen las sustancias para poder formar una mezcla homogénea con el disolvente"*, pero no que es una propiedad característica de cada sustancia, ni que es la cantidad máxima que se puede disolver de una sal en cierta cantidad de disolvente a determinada temperatura. Seis párrafos más adelante menciona que la solubilidad tiene un límite que depende de la temperatura. Con respecto a las soluciones saturadas dice que *"...si una disolución contiene la mayor cantidad de soluto que puede disolver, se dice que está saturada."* El tratamiento que se da a la solubilidad en este caso, es confuso, ya que aunque sí menciona que depende de la temperatura, no lo hace de manera integral y además nunca da una definición ni menciona las unidades utilizadas para informar su valor.

Señala que a excepción de los gases, la solubilidad aumenta con la temperatura, lo que es un error, ya que existen sustancias cuya solubilidad prácticamente no varía y otras cuya solubilidad disminuye con la temperatura.

Al abordar la concentración de las soluciones, hace referencia a la cantidad de azúcar que se le puede poner a una taza de café y menciona que *"...a la cantidad de azúcar del café se le denomina concentración"*. Una definición de concentración en estos términos ocasiona problemas en el aprendizaje de los alumnos, ya que se los acostumbra a no utilizar un lenguaje científico. Al hablar de las soluciones diluidas y concentradas lo hace de una manera muy sencilla y cualitativa, pero que resulta clara y suficiente para alumnos de este nivel.

Presenta ejercicios relacionados con el cálculo de concentraciones expresadas como porcentaje en peso y en volumen que están resueltos con base en la aplicación de una fórmula

C. "Química 2". Las definiciones que utiliza el autor son adecuadas y hace referencia a ejemplos de la vida cotidiana: "...Frecuentemente empleamos sustancias que son disoluciones acuosas; por ejemplo, la leche, un refresco, el café instantáneo preparado, el vinagre, los detergentes líquidos, líquidos para limpiar vidrios y muebles, la miel, etcétera". Sin embargo el autor podría mencionar cual es el soluto y cual el disolvente en cada caso, ya que los alumnos ven estos líquidos como una sola sustancia y no como una disolución formada por dos sustancias.

Se utilizan dos definiciones de solubilidad, la primera está incompleta ya que no menciona que depende de la temperatura. Cuando da la segunda definición lo hace de manera adecuada y completa, mencionando el valor de la solubilidad del cloruro de sodio y sus unidades.

También en este libro de texto se presentan errores en el lenguaje utilizado; por ejemplo, utiliza como sinónimos los términos disolverse y diluirse.

Se mencionan los diferentes tipos de soluciones y su concentración expresada como partes por millón (ppm), porcentaje en masa y en volumen y se presenta un ejemplo, pero nunca se menciona el concepto de solución sobresaturada y en el cuestionario relacionado con una de las actividades presentadas en la que se estudia la solubilidad del azúcar a diferentes temperaturas se pregunta por ella. Presenta numerosos ejercicios aunque algunos de ellos no se relacionan con lo visto en esa parte.

D. "Química 2". Presenta gran cantidad de conceptos relacionados con disoluciones y solubilidad; de hecho, trata temas que en ningún otro libro de texto se tratan, como por ejemplo, electrolitos, el proceso de disolución, disociación iónica, concentración expresada en molaridad y molalidad, las propiedades coligativas de las soluciones, etc. Sin embargo la mayoría de estos temas son tratados con demasiada complejidad para el nivel de segundo año de secundaria y aunque los conceptos si están relacionados con el tema, en este nivel están fuera de contexto. La definición de solubilidad es correcta, pero nunca es relacionada con la concentración al igual que en otros textos. También se utiliza al cloruro de sodio para ejemplificar la variación de solubilidad con la temperatura. Tiene ejemplos de cálculos y la explicación detallada de cómo se resuelven y se explica al alumno paso por paso, como preparar una solución de concentración conocida.

En algunas partes la redacción es confusa, por ejemplo, "...Esto significa que tales factores afectan la solubilidad en el sentido de velocidad de dispersión del soluto en el solvente y no de cantidad disuelta"; con esto quieren decir que no depende de la masa. Sin embargo, difícilmente estudiantes de secundaria lo interpretan como que la solubilidad es una propiedad intensiva que no depende de la cantidad de materia.

E. "Química Práctica". Bajo el título de "solubilidad" el autor explica la formación de soluciones con base en la magnitud de las atracciones entre moléculas del soluto y del disolvente y presenta algunas generalidades del tema de disoluciones. Posteriormente hace una pequeña introducción a los factores que afectan la solubilidad y los menciona explicando brevemente cada uno de ellos.

Nunca da la definición de solubilidad, sin embargo, al mencionar a la temperatura como uno de los factores que la afectan dice *"...a 20°C no se disuelven más de 36 g de cloruro de sodio en 100 ml de agua. Sin embargo, esta solubilidad puede modificarse variando la temperatura."* Por la forma de presentar el tema sería adecuado aclarar que la temperatura afecta la velocidad de disolución y además el valor de la solubilidad. A lo largo del capítulo el autor intercala diferentes actividades para realizar en casa y en la escuela, además de cuestionarios para reafirmar conocimientos.

Las definiciones que maneja son claras y sencillas y utiliza ejemplos prácticos para que el alumno comprenda mejor los conceptos, como por ejemplo el de cristalización; sin embargo, hace preguntas que el alumno no puede responder por sí mismo con la información que se le presenta.

F. "Química Segundo Grado". Se trata el tema de manera muy breve. La definición de solubilidad aunque simple es buena, mencionando que depende de las propiedades del soluto y el solvente, de la temperatura y de la presión, menciona además los factores que la afectan. En este texto se incluye una tabla de la solubilidad de algunas sustancias en agua a diferentes temperaturas, que si es explicada por el profesor, permitirá a los estudiantes ver que no en todos los casos la solubilidad aumenta conforme aumenta la temperatura, sino que existen casos en los que prácticamente no varía y otros en los que disminuye.

Es uno de los libros que trata de manera más simple el tema de solubilidad y sin embargo se encontraron varios errores como por ejemplo, mencionar que *"Las propiedades del soluto y del solvente, son determinantes para que se realice o no la solubilidad."* ¿Es adecuado decir que la solubilidad se realiza? ¿Querrá decirse que la sustancia se disuelva o no? También se confunde el término "velocidad de disolución" con "mayor o menor solubilidad" diciendo: *"La solubilidad de un sólido en un líquido por lo general aumenta a medida que aumenta la temperatura. Por ejemplo, el azúcar se disuelve mas rápido en agua caliente que en agua fría"*. Al final del capítulo dice *"Las soluciones, según el soluto, se clasifican como diluidas, concentradas..."* y debiera decir "según la cantidad de soluto". No presenta ningún ejercicio ni hace referencia a la concentración de las disoluciones.

G. "Química 1". Es un libro de texto muy similar a "Química 2" (texto número 4) que es del mismo autor. En general se manejan de igual forma los conceptos y los ejercicios, así como su resolución; la única diferencia es que en este caso se manejan menos conceptos, lo que hace este texto menos complicado y mucho más adecuado para el nivel de segundo de secundaria.

Maneja diferentes conceptos referentes a disoluciones, como disolvente y soluto; la definición de solubilidad es completa y menciona además los factores que la afectan. Tiene algunos errores: la definición de concentración está incompleta *"Concentración=soluto/solvente"* el autor no especifica unidades; la explicación de soluciones sobresaturadas también es incorrecta, y mencionan los factores que afectan la solubilidad en el sentido de velocidad en vez de la cantidad de materia disuelta.



Menciona que la solubilidad es un concepto "relativo": *"Es frecuente que se utilice el término de solubilidad en un sentido relativo. Desde este criterio, se habla de compuestos muy solubles, moderadamente solubles, o poco solubles. Como se aprecia, no se señalan las proporciones de soluto y solvente."* Esto se considera adecuado porque si se toma en cuenta que es lo que se está comparando, a los alumnos les puede quedar más claro lo que se quiere decir con muy soluble o poco soluble.

Los ejercicios que presenta están completos y explicados de tal forma que el alumno pueda resolverlos y entenderlos.

H. "Química 2do Grado". Menciona el término de solubilidad y presenta algunas de las unidades con las que es común trabajarla. Al inicio del capítulo hay una pequeña introducción en la que se utiliza un ejemplo de la vida cotidiana para explicar el significado de los términos concentrado y diluido, y aunque la definición en sí es poco precisa explica que estos términos son relativos *"...los términos diluido y concentrado son relativos, lo que para alguien es concentrado, para otro quizá sea diluido o viceversa..."* Trata los factores que afectan la solubilidad y presenta ejemplos de cálculos de concentración en porcentaje, que sólo resuelve con la utilización de una fórmula. Este libro intercala actividades prácticas para ser realizadas en la escuela y otras en forma de cuestionarios para ser realizadas en casa, y además da ejemplos de la vida cotidiana.

I. "Química 1, 2do Grado". El autor utiliza a un personaje llamado Andrómedo para plantear problemas y preguntas a los estudiantes y de esta forma inicia el tema de solubilidad. También hace uso de actividades en casa entre tema y tema. La definición de solubilidad y de los factores que afectan se hace de manera clara y completa. El tema está muy bien tratado y de forma clara y directa.

Al comienzo del capítulo se afirma que la solubilidad aumenta conforme aumenta la temperatura, lo cual es erróneo; sin embargo conforme se va adentrando en el tema, especifica que no siempre es cierto e inclusive da ejemplos de la vida cotidiana para explicar este fenómeno. Trata el tema de concentraciones porcentuales.

J. "La aventura con la ciencia". El capítulo se inicia con una pregunta que sirve como introducción para el tema de solubilidad *"Si tuviéramos en la alacena un frasco con una sustancia blanca en forma de polvo y quisiéramos saber si es azúcar molida o si es harina, ¿Qué podríamos hacer para identificarla?"* El planteamiento de una pregunta como esta al inicio del capítulo me parece muy adecuado ya que de esta forma se fomenta la curiosidad del alumno para resolver un problema de la vida cotidiana y por ende su interés para aprender el tema.

En lo que al tema de solubilidad se refiere, no presenta la definición de solubilidad pero cuando habla de disolución saturada y sobresaturada lo hace de manera correcta, sin embargo, utiliza un diagrama de la diferencia entre una solución insaturada y una saturada que no es suficientemente claro para interpretar lo que significa y aunque la explicación de este diagrama existe, sigue siendo poco clara.

Intercala diferentes actividades que son analizadas posteriormente en este capítulo. Habla de las diferentes formas de expresar la concentración de las disoluciones y que es relativa *"Una solución saturada no siempre es una solución que tiene mucho soluto disuelto, ya que puede ser un sólido que se disuelve en muy poca cantidad de disolvente."* Menciona el término de concentración como expresión cualitativa "diluido" o "concentrado" y cuantitativa como "cantidad de soluto /cantidad de disolvente" además de sus posibles unidades.

Trata el tema de preparación de soluciones dando una pequeña explicación de la diferente interpretación según las unidades *" Para preparar 100 ml de una disolución de cloruro de sodio (sal de mesa) que contenga 30 g por 100 g de solución, se disuelven 30 g de sal y se le añade agua hasta completar 100 g". "Si se requiere una solución que contenga 30 g de sal de mesa por 100 g de agua, se ponen 30 g de sal y se le añaden 100 g de agua."* y utiliza algunos problemas de ejemplo. Al final de estos ejemplos utiliza una recomendación que considero muy oportuna y de mucha ayuda para los alumnos que dice *"Recuerda que para resolver un problema primero se debe de tener claro QUE ES LO QUE QUIERO SABER; después se ve QUE DATOS TENGO y por último hay que saber CÓMO SE RELACIONAN LOS DATOS CON LA INCOGNITA"*

No presenta ningún tipo de ejercicios.

K. "Cuaderno de Trabajo". A diferencia de los demás libros, este texto es de trabajo práctico como su nombre lo indica. El autor se basa en la enseñanza por medio de cuestionarios que deben de ser resueltos por los alumnos para entender ciertos conceptos, también se apoya de actividades realizadas en casa y en la escuela.

Define la solubilidad como: *"...la máxima cantidad de sustancia que puede disolverse en cien partes de otra en determinadas condiciones de presión y temperatura..."* aunque esta definición es completa, no es lo suficientemente clara para este nivel. Sería adecuado definir también lo que es soluto y disolvente y aclarar que las sustancias involucradas pueden tener diferentes estados de agregación.

Para referirse a las soluciones sobresaturadas menciona que *"...a una temperatura elevada es posible disolver más soluto, en este momento se dice que es una solución sobresaturada..."* Aunque en efecto se necesita elevar la temperatura para preparar una solución saturada, hace falta mencionar que una vez que al calentar se ha disuelto una mayor cantidad de soluto, es necesario bajar la temperatura a su valor original, cuidando de que quede disuelta una mayor cantidad de soluto que la que indica la solubilidad a esa temperatura. Entonces se puede decir que la solución está sobresaturada y es necesario mencionar que este tipo de disoluciones son muy poco estables.

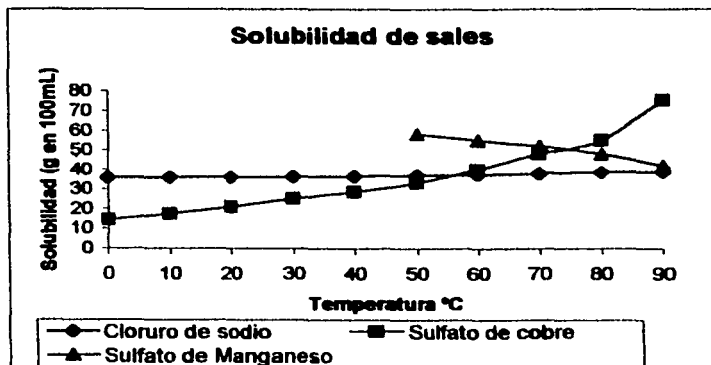
Es uno de los pocos libros de texto que utilizan una gráfica de solubilidad de diferentes compuestos para que el alumno se de cuenta de como cambia la solubilidad con respecto a la temperatura. Sin embargo, en esta gráfica se presenta un error de escritura en las fórmulas de los compuestos; aunque se ve claramente que es error de captura, hay que supervisar que esto no ocurra ya que son los documentos de trabajo de los alumnos y ellos no tienen el criterio para detectar este tipo de errores.

Contiene problemas de concentraciones expresadas como porcentajes y es el único que relaciona la solubilidad con la concentración, aunque la resolución se presenta utilizando fórmulas.

### Conclusiones

- ✓ De manera general ningún texto presenta una definición completa de lo que es solubilidad. Una definición apropiada a este nivel sería "Máxima cantidad de soluto que puede disolverse en una porción específica de cierto disolvente a una temperatura dada".
- ✓ Las unidades en las que se trabaja la solubilidad son: moles de soluto en 1L de disolución saturada y g de soluto en 100 mL de una disolución saturada. Las más comunes y adecuadas para trabajarse a nivel secundaria son g en 100 mL ya que a este nivel no se maneja este concepto.
- ✓ La mayoría de los textos ilustran la dependencia de la solubilidad con la temperatura utilizando como ejemplo la disolución del cloruro de sodio en agua a diferentes temperaturas. Esto es un error ya que como se ilustra en la gráfica III.1, la solubilidad del cloruro de sodio se mantiene prácticamente constante en un intervalo de temperatura de 0 a 100 grados centígrados.
- ✓ La solubilidad es una propiedad física de la materia, cuyo valor varía con la temperatura. En la mayoría de los casos la solubilidad aumenta con la temperatura como el caso del Sulfato de Cobre. Sin embargo, existen casos en los que al aumentar la temperatura la solubilidad prácticamente no varía (Cloruro de Sodio) y otros en los que disminuye (Sulfato de Manganeso). Ver Gráfica III.1

Gráfica III.1.1



- ✓ Se confunde lo que es una disolución saturada y una disolución sobresaturada. Una disolución saturada es aquella en la que se ha disuelto la máxima cantidad posible de una sustancia en un disolvente, a una temperatura dada. Una disolución sobresaturada es aquella que tiene disuelta una mayor cantidad de sal que la que indica la solubilidad a una temperatura dada que es el valor indicado por la solubilidad.
- ✓ La concentración de las disoluciones está limitada por la solubilidad del soluto, por ejemplo, si la solubilidad del  $\text{CuSO}_4$  a  $20\text{ }^\circ\text{C}$  es de 20 g en 100 mL, la máxima concentración que puede tener una disolución de  $\text{CuSO}_4$  a esa temperatura es de 16 %.
- ✓ Al hacer referencia a disoluciones concentradas y diluidas sólo dos autores mencionan que esto es en sentido relativo ya que depende de que se esté hablando, por ejemplo una concentración que podría parecer muy pequeña de cianuro puede matar a una persona.
- ✓ En muchas ocasiones los autores confunden términos o utilizan un lenguaje incorrecto. Por ejemplo:
  - Se confunde solvente con disolvente. La palabra solvente significa: "que resuelve o decide una cosa, libre de deudas" y el disolvente es "aquella sustancia que está en mayor proporción en una solución".
  - Se confunde disolver con diluir. Disolver es "penetrar y dividir las moléculas de un cuerpo sólido" y diluir es "disminuir la concentración de una solución".
  - Se confunde cantidad de sal disuelta con velocidad de dispersión del soluto en el disolvente.

Todas estas aclaraciones son útiles para que los profesores de secundaria las tomen en cuenta al presentar este tema.

### III.1.1. Problemas numéricos y actividades planteadas en los libros de texto del nivel medio.

Un aspecto importante que se encontró al analizar los textos utilizados en la secundaria, fue el de los ejercicios que se incluyen en cada uno de ellos. Se encontraron de diferentes tipos y con diferentes grados de dificultad. 10 libros sí tienen problemas de algún tipo y uno no presenta ningún problema. Los 31 ejercicios encontrados se pueden clasificar como problemas numéricos sobre cálculos de la concentración y preparación de disoluciones, cuestionarios y actividades complementarias y experimentos.

Tabla III.1.1.1. Clasificación de los ejercicios presentados en los libros de texto revisados.

No. de ejercicios	Tipo
19	Problemas de cálculo de la concentración de soluciones.
12	Problemas sobre preparación de soluciones
12	Cuestionarios y actividades
9	Experimentos

Tabla III.1.1.2. Cuantificación de los problemas según la clasificación.

Autor	Preparación de disoluciones	Cálculo de la concentración de disoluciones.				Cuestionarios y actividades	Experimentos
		Molar	% m/m	% m/v	% v/v		
A			1				1
B			2	1	3	8	1
C	1	1	1	1	1	1	4
D	4	1					
E	1		1				
F							
G	2		2		1	2	
H							
I	2						
J	2					1	1
K			3	1	1		2

### Problemas numéricos.

Todos los autores tratan el tema de concentración y preparación de disoluciones en el mismo capítulo en el que se trata el concepto de solubilidad, ya que así lo establece el programa oficial de la SEP.

Igual que ocurre en la presentación del contenido teórico, en ningún caso se presentan problemas en los que se establezca la relación entre la solubilidad de las sales y la concentración de las soluciones, por lo que los alumnos lo aprenden como dos cosas totalmente independientes.

De acuerdo con lo establecido en el programa, en la mayoría de los casos se trata solamente el tema de concentración porcentual, masa/masa, masa/volumen y volumen/volumen. Sólo excepcionalmente se utilizan concentraciones molares y molales pero no se considera necesario ni adecuado tratar estas formas de expresar la concentración en el nivel medio.

- Cálculos para la preparación de disoluciones. De manera general este tema está muy bien tratado, particularmente en los libros de texto D y G. Se hacen los cálculos, se explican y para terminar se establece como habría que utilizar el resultado obtenido para preparar experimentalmente la disolución mencionada. El lenguaje utilizado es claro y fácil de entender. Surge entonces la duda de por qué los alumnos no saben hacer estos cálculos cuando cursan la asignatura Química General.

Se ha detectado la dificultad de los alumnos para resolver razones y proporciones y tal vez a pesar de que este tema esté bien presentado, los alumnos no lo pueden aprender ni aplicarlo posteriormente, si no son capaces de razonar adecuadamente las razones y proporciones.

- Cálculo de la concentración de disoluciones. Al presentar este tema, la mayoría de los autores resuelven los problemas aplicando una fórmula y no dan una explicación del porqué de la fórmula, ni explican el razonamiento a seguir para llegar a la respuesta final.

#### Actividades que no requieren trabajo experimental.

No es posible hacer una comparación entre ellas ya que todas son muy diferentes. Se plantean como cuestionarios de opción múltiple, cuestionarios abiertos, trabajos de observación y trabajos de investigación. Algunas de estas actividades requieren de trabajo previo de investigación bibliográfica, asesoría del profesor o trabajo en equipo.

Los cuestionarios encontrados contienen preguntas abiertas así como reactivos para llenar espacios en blanco. La mayoría de ellos no se pueden resolver con tan sólo la información contenida en el texto.

#### Experimentos.

Algunos experimentos están planteados para realizarse en casa, pero a veces requieren de material que no se encuentra disponible y/o requieren de trabajo de investigación previo. Aunque en la mayoría de los casos el autor considera que los resultados pueden ser obvios, en realidad para el alumno no lo son, como por ejemplo: *"Destapa una botella de refresco, vierte el líquido lentamente en una cacerola y ponlo a calentar. Observarás que al aumentar la temperatura, la solubilidad del gas disminuye. Anota tus observaciones y menciona los factores que influyen en la solubilidad del gas"*(Texto E). No es tan obvio el ver que el gas se desprende. Habrá que explicarle al alumno que al calentar el refresco el gas se desprende en forma de burbujas y que esto provoca que haya menor cantidad de gas disuelto, lo que implica que la solubilidad del gas es menor.

Los experimentos a realizarse en la escuela en general están bien llevados y en todos los casos se requiere la guía del profesor.

En algunos casos el vocabulario no es el adecuado como por ejemplo decir "mide" en lugar de "pesa". *"...Mide en una balanza la masa de dos cucharadas de sal..."*(Texto J)

Se propone que la estructura general de estos experimentos sea con el planteamiento de una pregunta inicial como es el caso del libro de texto J en donde comienzan diciendo *"Si tuviéramos en la alacena un frasco con una sustancia blanca en forma de polvo y quisiéramos saber si es azúcar molida o si es harina, ¿Qué podríamos hacer para identificarla?"* y con base en esta pregunta ir utilizando el concepto en estudio para darle respuesta.

---

A continuación se analizan los temas que se cubren y se hacen comentarios a la propuesta experimental.

- Cristalización. Se plantean dos buenos experimentos para cristalizar azúcar y sulfato de cobre. En el caso del azúcar difícilmente los alumnos por sí mismos dan respuesta al cuestionario planteado. En el caso del sulfato de cobre no hay cuestionario para la discusión.
- Determinación experimental de la solubilidad a temperatura ambiente: Se determina la solubilidad en agua del cloruro de sodio y del azúcar; la solubilidad de un conjunto de especies químicas (alcanfor, sal, naftalina, azúcar, mantequilla, plastilina) en agua y en alcohol. Lo que los alumnos pueden concluir de este experimento es que diferentes sustancias se pueden disolver en diferentes disolventes y que no forzosamente el agua es el disolvente universal.
- Influencia de la temperatura en la solubilidad. Se estudia la solubilidad del azúcar y del sulfato de cobre en agua, a diferentes temperaturas.

Hay un ejercicio que se considera sin sentido: poner agua fría en un lugar templado y ver que pasa? Lo que sucede es que el vapor de agua que está en el ambiente se condensa en las paredes exteriores del vaso o recipiente, sin embargo, no hacen en ningún momento relación con la solubilidad.

### III.2. Nivel Medio Superior (Preparatoria)

Se consultó el programa oficial de la Escuela Nacional Preparatoria de la Universidad Nacional Autónoma de México y se encontró que el tema solubilidad se encuentra ubicado en la Primera Unidad llamada "Líquidos vitales" y corresponde al primer bloque del curso de esta unidad y se llama "Soluciones". También se encontró que en todos de los casos la bibliografía sugerida en los programas es la misma que se recomienda en el nivel de licenciatura.

El curso de Química para este nivel, tiene un enfoque científico cultural en el que mediante tópicos de importancia relacionados con el contexto social, económico y político tanto nacional como mundial, se introduce a los alumnos en el estudio de la Química; se privilegia la realización de experimentos en el laboratorio, en el aula y fuera de ella, como base para que el educando structure sus conocimientos y adquiera habilidades como: cuestionamiento, observación, indagación, manipulación de material y sustancias químicas, así como el tratamiento y desecho de sustancias nocivas.

### III.3. Nivel Superior (Licenciatura).

Se consultó el programa oficial de la asignatura de Química General de la Facultad de Química y se analizó el contenido de diferentes libros de texto utilizados por profesores de este nivel. Se encontró que el tema de solubilidad está ubicado en la Unidad VI llamada "Fundamentos de estequiometría" al final del cuarto bloque llamado "Estequiometría de disoluciones".

Los libros de texto consultados se presentan en la tabla III.3.1 El análisis de los temas que se tratan cuando se estudia este concepto se presentan en la tabla III.3.2.

Tabla III.3.1 Libros de texto del Nivel Superior consultados.

Título	Autor	Editorial
A. Química.	Chopin R., et al.	Publicaciones Cultural, 1984
B. Fundamentos de química general.	Garzón G. Guillermo	Mc. Graw Hill, 1996
C. Química la ciencia central.	L. Brown , et.al.	Prentice Hall, 1998
D. Química general superior.	Masterton L. et. al.	Mc Graw Hill, 1989
E. Química.	Garritz A. et.al.	Addison Wesley, 1994
F. Química.	Chang Raymond	Mc. Graw Hill, 1997
G. Química general.	Whitten W. et. al	Mc Graw Hill, 1992

Tabla III.3.2 Contenido de la bibliografía utilizada en el Nivel Superior .

Concepto	A	B	C	D	E	F	G
Definición de disolvente y soluto	✓						
Equilibrio Homogéneo		✓					
Equilibrio Heterogéneo		✓					
Constante de equilibrio de solubilidad		✓		✓		✓	✓
Constante del producto de solubilidad		✓	✓	✓		✓	✓
Calculo de solubilidad		✓					
Solución saturada	✓	✓	✓		✓		✓
Solución sobresaturada	✓		✓		✓		
Efecto de ión común		✓		✓		✓	
Equilibrio de iones complejos		✓				✓	
Predicción sobre precipitación		✓		✓		✓	✓
Definición de solubilidad	✓		✓		✓	✓	
Ejemplos de la vida cotidiana			✓		✓	✓	
Efecto de la T en la solubilidad de sólidos y gases			✓				✓
Grafica de cambios de solubilidad a diferentes T	✓		✓		✓		
Efecto de la P en la solubilidad de gases			✓				✓
Efecto del pH						✓	
Solubilidad Molar						✓	✓
Molaridad	✓					✓	
Molalidad	✓						
Problemas resueltos	✓	✓		✓		✓	✓
Problemas propuestos		✓		✓		✓	✓



**A. El texto "Química"** trata el tema de solubilidad en el capítulo 16 "El agua y las soluciones iónicas", en el apartado "Soluciones, solutos y disolventes". Estudia las propiedades físicas y químicas del agua que le permiten utilizarse como un disolvente universal y da una definición clara de lo que es un disolvente y un soluto; estudia los diferentes tipos de disoluciones que existen: gas-gas, gas-líquido, gas-sólido, líquido-líquido y sólido-líquido. Presenta de manera clara los fenómenos de hidratación y ionización y explica por qué sustancias semejantes se disuelven entre sí, haciendo mención a la energía relacionada con el proceso de disolución según los tipos de disolvente y soluto involucrados. Explica los límites de solubilidad de las especies químicas y los relaciona con el valor de la solubilidad a temperaturas determinadas.

Presenta una gráfica de solubilidad en función de la temperatura, de diferentes compuestos en agua, y establece la diferencia y la forma de preparar soluciones saturadas y sobresaturadas; establece la relación entre la solubilidad de las sales y la concentración de las disoluciones. Incluye ejercicios de cálculos de preparación de disoluciones molares y molales, aunque no relaciona la solubilidad del soluto, con la concentración de las disoluciones. Aunque trata el tema de manera simple y accesible, tal vez la presentación sea de nivel un poco elevado para estudiantes de bachillerato.

En general, tiene un buen nivel para licenciatura, aunque los aspectos relacionados con solubilidad de sales poco solubles, equilibrio químico heterogéneo y  $K_{ps}$  no se presentan en este texto.

**B. "Fundamentos de Química General"** es un texto de la Serie Schaum's, que en el prefacio establece, entre otras cosas, que presenta discusiones breves, series de ejercicios resueltos y para resolver y ejercicios prácticos para laboratorio, "...que cubren el programa de dos semestres de química general de secundario o de nivel universitario". Sin embargo no trata en absoluto el tema de solubilidad de líquidos y gases, ni estudia la solubilidad de sales poco solubles, que están considerados tanto en los programas de secundaria como en los de bachillerato. Estudia únicamente el tema de solubilidad de sales poco solubles en el marco de los principios del Equilibrio Químico. El tema está tratado de manera adecuada para nivel licenciatura, pero no para los niveles de secundaria y bachillerato.

**C. "Química la ciencia central"**. En el capítulo 13 "Propiedades de las soluciones" los autores discuten el proceso de disolución, las diferentes formas de expresar la concentración, la solubilidad y las soluciones saturadas, los factores que afectan la solubilidad, las propiedades coligativas y los coloides.

Explican como ocurre el proceso de cristalización, mencionan las diferencias entre soluciones saturadas, insaturadas y sobresaturadas y presentan la diferencia entre el proceso físico de la formación de una solución que está relacionado directamente con la solubilidad, y los procesos químicos que dan lugar a una solución que están relacionados con las reacciones químicas que ocurren entre diferentes reactivos.

La definición de solubilidad está incompleta: “.....*La cantidad de soluto necesaria para formar una solución saturada en una cantidad dada de disolvente se conoce como solubilidad de ese soluto.*” Tratan las diferentes formas de expresar la concentración de las disoluciones pero nunca las relacionan con la solubilidad. El texto es adecuado para el curso de Química General de licenciatura pero no para el bachillerato.

D. “**Química General Superior**” inicia el capítulo 12 “Disoluciones” con la definición de solubilidad mencionando además los factores que la afectan. Posteriormente revisa a detalle cada uno de estos factores: la interacción soluto-disolvente, el efecto de la temperatura sobre la solubilidad y el efecto de la presión sobre la solubilidad, intercalando algunos ejemplos y gráficas. En el capítulo 18 “Reacciones de precipitación” habla de la solubilidad de los sólidos iónicos e incluye una tabla didáctica que tiene las reglas de solubilidad; continúa hablando de lo que es precipitación, de las ecuaciones que representan los fenómenos de precipitación, y de la utilidad práctica de estos fenómenos para realizar valoraciones gravimétricas. Trata además los equilibrios de solubilidad, el producto de solubilidad y la relación de la constante del producto de solubilidad con las concentraciones iónicas en el equilibrio; también trata las condiciones para la formación de un precipitado y el efecto de ión común. No se presenta una definición de solubilidad, la cual es importante para comprender todos los conceptos que se mencionan.

E. El texto “**Química**”, está escrito específicamente para estudiantes de bachillerato. El tema solubilidad se trata en el capítulo 3, “La materia: sus estados de agregación”, de forma muy breve y con un lenguaje que considero difícil de interpretar por estudiantes de bachillerato. Se hace hincapié en la solubilidad de los gases y su importancia en fenómenos como la respiración. Establece la siguiente definición: “... se conoce como solubilidad a la propiedad de que una sustancia se disuelva en otra. El grado de solubilidad se mide por la cantidad de soluto que se disuelve en una determinada muestra de disolvente para producir una disolución saturada (que no acepta la disolución de más soluto)”. Aunque inmediatamente presenta una gráfica que muestra que “...las curvas de solubilidad muestran la variación del punto de saturación al cambiar la temperatura”, hubiese sido adecuado mencionar la dependencia de la solubilidad con la temperatura al establecer la definición de solubilidad. Menciona las disoluciones saturadas, no saturadas y sobresaturadas haciendo referencia a puntos en la curva de solubilidad mencionada. No se refiere en absoluto a la solubilidad en el contexto de sales poco solubles y equilibrio químico.

F. En “**Química**” se trata el tema de solubilidad de manera amplia, incluyendo tanto los conceptos relacionados con la solubilidad de sales solubles como de sales poco solubles; establece la diferencia entre procesos de disolución y de precipitación, presenta tablas con reglas generales de solubilidad, establece los factores que afectan la solubilidad y da una definición completa de solubilidad. Todos estos conceptos los trata en capítulos diferentes. No habla de disoluciones no saturadas, saturadas y sobresaturadas, ni relaciona la concentración de las disoluciones con la solubilidad del soluto. Es un libro de texto adecuado para el nivel licenciatura.

G. En "Química General" presenta el tema de disoluciones y solubilidad en dos capítulos diferentes. Abarca ampliamente el tema de solubilidad en el capítulo 12 "Soluciones" y posteriormente en el capítulo 20 "Equilibrio iónico III, el principio del producto de solubilidad", trata todo lo que se refiere a solubilidad en el contexto del equilibrio químico.

#### Conclusiones generales

- ✓ Los textos para bachillerato se deben escribir *ad hoc* para ello. No se deben utilizar como libros de texto en el nivel de bachillerato, los textos escritos para la licenciatura. Quizá en algunos casos se puedan recomendar sólo como libros de consulta.
- ✓ Los autores de los textos deben conocer los contenidos que se solicitan en los programas de secundaria, bachillerato y licenciatura y buscar la forma de que haya una secuencia entre los contenidos presentados y el correspondiente grado de dificultad.
- ✓ El contenido del tema solubilidad presentado en los textos analizados para este nivel es variable. En general se discute poco el tema de solubilidad de sales solubles y nunca se presenta la relación de la solubilidad con la concentración de las disoluciones. Quizá se considere que se debió estudiar de manera amplia en el bachillerato.
- ✓ El tema de solubilidad se encuentra tratado en un mismo texto, en varios capítulos, y de eso depende el contexto en el que se desarrolla el tema: equilibrio químico, soluciones, propiedades de la materia, etc.

Al igual que en la secundaria, la enseñanza de este tema depende de forma importante, en la preparación e interés del profesor que enseña la asignatura, así como de los antecedentes académicos e interés de los estudiantes.

#### IV. GUIÓN DE TRABAJO EXPERIMENTAL

El experimento se realiza con la sal  $\text{KNO}_3$  y agua destilada para los dos problemas.

##### Material y equipo:

Material y equipo	Por cada grupo de dos alumnos
Vasos de precipitados de 150 mL	3
Termómetros con precisión de $1^\circ\text{C}$	2
Pipeta graduada de 10 mL	5
Balanza digital con precisión de 0.001 g	5*

\* por cada laboratorio

##### Recomendaciones:

- El tiempo necesario para que los alumnos realicen la práctica es de cinco sesiones de dos horas cada una.
- Se sugiere que cada tubo se trabaje por triplicado con objeto de que el alumno tenga elementos de discriminación de sus resultados experimentales.
- Considere que el trabajo que se inicie cada día debe concluirse en la misma sesión, para evitar cambios de concentración en los problemas a resolver.
- Es difícil que los alumnos reconozcan el fenómeno de aparición de los primeros cristales. Por ello se les apoya con una nota en el manual del alumno.
- Vigile que la concentración de las disoluciones problema se mantenga constante; en las condiciones experimentales se dan indicaciones para ello.

##### Resultados:

Los resultados obtenidos al trabajar con este guión han sido los siguientes:

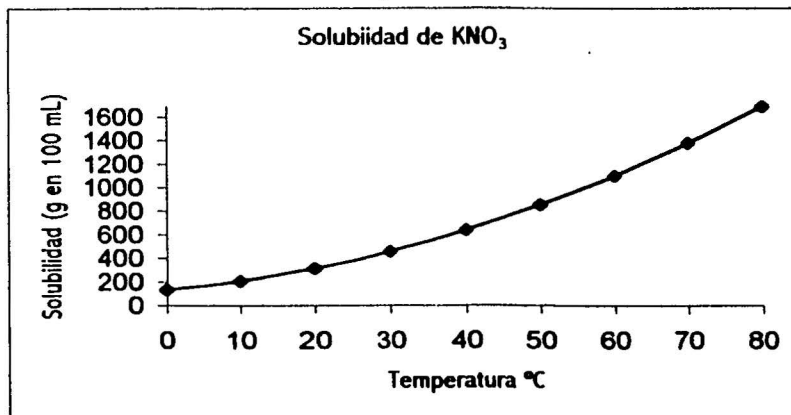
Tubo	A	B	C	D	E	F	G	H
g $\text{KNO}_3$	0.212	0.316	0.453	0.613	0.836	1.060	1.365	1.670
mL agua	1	1	1	1	1	1	1	1
T crist. $\pm 5\%$ ( $^\circ\text{C}$ )	10	20	30	40	50	60	70	80

Los valores de solubilidad del  $\text{KNO}_3$  a diferentes temperaturas, según el Perry's Chemical Engineers Handbook y el Lange's Handbook of Chemical and Physics son:

Temperatura °C	0	10	20	30	40	50	60	70	80
g $\text{KNO}_3$ / 100 mL agua	133	209	316	458	639	855	1100	1380	1690

La gráfica de solubilidad en función de la temperatura para el  $\text{KNO}_3$  es la siguiente.

Gráfica IV.1. Solubilidad en función de la temperatura



*Reforma de la Enseñanza Experimental*

**Solubilidad**

**Problema 1**

**Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:**

**disolución A: 0.613 g de  $\text{KNO}_3$  en 1 mL de agua,**

**disolución B: 1.226 g de  $\text{KNO}_3$  en 2 mL de agua,**

**disolución C: 3.065 g de  $\text{KNO}_3$  en 5 mL de agua.**

**¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?**

**Procedimiento experimental**

1. Caliente en un vaso de precipitados 200 mL de agua de la llave para un baño María.
2. Etiquete por triplicado nueve tubos de ensaye como se indica en la tabla 2 y pese directamente en cada uno de ellos la cantidad de  $\text{KNO}_3$  indicada en la tabla 1.  
Nota: Evite que la sal se pegue a las paredes de los tubos.
3. Agregue la cantidad de agua destilada indicada en la tabla 1 al primer tubo. En caso de que se tenga algo de sal en las paredes arrástrela con el agua que se agregue. Si la sal no se disuelve fácilmente, ponga el tubo en baño María; procure no sobrecalentarlo para evitar una evaporación significativa que afecte la concentración de la disolución.

*Departamento de Química Inorgánica y Nuclear*

4. Introduzca el termómetro en el tubo procurando no moverlo y no lo retire hasta que termine la medición correspondiente.
5. Cuando la sal esté completamente disuelta, retire el tubo del baño María y enfríe poco a poco. Registre en la tabla 2 la temperatura en la cual aparezcan los primeros cristales.  
Nota: La aparición de los cristales es repentina, por lo que debe trabajar cómodamente para que la observación de los primeros cristales resulte lo más fácil posible. En caso necesario utilice una lupa.
6. Proceda de la misma forma con el resto de los tubos. Enjuague y seque el termómetro al terminar cada medición.

**Tabla 1**

Tubos	A	B	C
g KNO <sub>3</sub>	0.613	1.226	3.065
mL agua	1	2	5

**Tabla 2**

Tubo	Tubo'	Tubo''	T <sub>crist</sub>	T <sub>crist</sub> '	T <sub>crist</sub> ''
A	A'	A''			
B	B'	B''			
C	C'	C''			

*Reforma de la Enseñanza Experimental***Cuestionario 1**

1. Calcule la concentración de las disoluciones A, B y C, en gramos de sal que se disuelven en 1 mL de agua y en gramos de sal que se disuelven en 100 mL de agua. Registre sus datos en la tabla 3.

**Tabla 3**

TUBO	$\bar{T}_{\text{CHM}}$	g KNO <sub>3</sub>	mL agua	g KNO <sub>3</sub> /mL agua	g KNO <sub>3</sub> en 100 mL de agua
A					
B					
C					

2. ¿Son similares las temperaturas de cristalización de las disoluciones A, B y C? ¿Por qué? Justifique sus resultados en función de las concentraciones de las disoluciones A, B y C.
3. ¿Qué propiedad de la materia relaciona los gramos de sustancia que se pueden disolver en un determinado volumen de agua a una temperatura específica?
4. ¿Esta propiedad es intensiva o extensiva? ¿Por qué?
5. ¿A qué temperatura se inicia la cristalización en las disoluciones A, B y C?

**Problema 2**

¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25°C, 35°C y 45°C?



*Departamento de Química Inorgánica y Nuclear***Procedimiento experimental**

1. Repita el procedimiento experimental utilizado para resolver el problema 1, pero utilice ahora las cantidades de sal y de agua indicadas en la tabla 4. Registre sus resultados en la tabla 5.

**Tabla 4**

Tubo	A	B	C	D	E	F	G	H
g KNO <sub>3</sub>	0.212	0.316	0.453	0.613	0.836	1.060	1.365	1.670
ml. agua	1	1	1	1	1	1	1	1

**Tabla 5**

Tubo	Tubo'	Tubo''	T <sub>OTM</sub>	T <sub>OTM</sub> '	T <sub>OTM</sub> ''
A	A'	A''			
B	B'	B''			
C	C'	C''			
D	D'	D''			
E	E'	E''			
F	F'	F''			
G	G'	G''			
H	H'	H''			

*Reforma de la Enseñanza Experimental***Cuestionario 2**

1. Calcule la concentración de cada solución en gramos de sal que se disuelven en 1 mL de agua y en gramos de sal que se disuelven en 100 mL de agua. Registre sus resultados en la tabla 6.

**Tabla 6**

Tubo	$\bar{T}$ cris	g KNO <sub>3</sub>	mL agua	g KNO <sub>3</sub> /mL. agua	g KNO <sub>3</sub> en 100 mL. de agua
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					
H					

2. Trace una gráfica de Solubilidad (g KNO<sub>3</sub> en 100 mL de agua) (ordenadas) en función de la temperatura (°C) (abscisas); el gráfico debe ocupar la mayor parte del tamaño de la hoja del papel milimetrado.
3. Interprete la gráfica obtenida.
4. ¿Cambia la concentración de cada solución si se queda sal pegada al tubo? ¿Por qué?

*Departamento de Química Inorgánica y Nuclear*

5. ¿Por qué se recomienda no sacar el termómetro del tubo hasta que se haya registrado la temperatura de cristalización?
6. Si conoce la concentración de una disolución de  $\text{KNO}_3$ , cualquiera que esta sea, ¿puede determinar su temperatura de cristalización en el gráfico obtenido? ¿Cómo?
7. Analice la gráfica y determine la temperatura de cristalización para las siguientes disoluciones:

Disolución	g $\text{KNO}_3$	mL agua	concentración (g $\text{KNO}_3$ /mL agua)	T (°C) de cristalización
1	1	5		
2	2	5		
3	3	5		
4	5	5		
5	2	3		
6	2	6		
7	2	8		
8	2	10		

8. Explique por qué es importante conocer y mantener las cantidades de sal y agua durante el experimento.
9. ¿Existe alguna diferencia entre la temperatura en la cual aparecen los primeros cristales y la temperatura en la cual aparece el resto?
10. ¿Es posible preparar una disolución de  $\text{KNO}_3$  40% en peso a temperatura ambiente? ¿Por qué?

*Reforma de la Enseñanza Experimental*

11. Consulte la gráfica obtenida y conteste las siguientes preguntas considerando que está trabajando a 20°C:
  - a) ¿Es posible disolver 20.5 g de  $\text{KNO}_3$  en 100 mL de agua?, ¿esta disolución será saturada o no saturada?
  - b) ¿Es posible disolver 31.6 g de  $\text{KNO}_3$  en 100 mL de agua?, ¿esta disolución será saturada o no saturada?
  - c) ¿Es posible disolver 35.3 g de  $\text{KNO}_3$  en 100 mL de agua?, ¿esta disolución será saturada o no saturada?
  - d) ¿Cómo prepararía una disolución cuya concentración sea 35.3 g de  $\text{KNO}_3$ /100 mL de agua? Consulte la preparación de disoluciones sobresaturadas.
12. Según la gráfica obtenida, ¿cómo varía la solubilidad del  $\text{KNO}_3$  en función de la temperatura?
13. Investigue en la bibliografía si esta tendencia es igual para todas las sales. Mencione algunos ejemplos.
14. Consultando los datos de solubilidad del sulfato de manganeso, ¿qué masa de este compuesto se puede disolver en 1 mL de agua a las siguientes temperaturas: 25°C, 35°C y 45°C?
15. ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25°C, 35°C y 45°C?

## V. HERRAMIENTA DESARROLLADA PARA LA VALIDACIÓN DEL GUIÓN EXPERIMENTAL

---

A fin de dar seguimiento a los resultados experimentales obtenidos por los alumnos y la asignación de calificaciones, así como brindar elementos para validar el diseño experimental se elaboró una herramienta de apoyo en Excel en la que se manejan estos resultados.

### DESCRIPCIÓN

Esta herramienta se llama solubok.xls y esta conformada por seis hojas de cálculo, diseñadas para procesar la información obtenida por los alumnos y de esta forma agilizar su análisis. Las hojas son las siguientes: ( ver páginas 33 a 36)

- **HOJA 1: SOLUBILIDAD, PROB. 1.** En esta hoja hay una tabla que contiene en las columnas GAVETA, T (°C), y en los renglones PROMEDIO, % ERROR.

**GAVETA:** En esta columna se escribe el número de gaveta(s) o nombre(s) de los alumnos que realizaron el experimento.

**T (°C):** Está dividida en tres columnas que son: A, B y C. en las cuales se capturan las temperaturas obtenidas experimentalmente.

Cuando se llenan estas celdas, los renglones **PROMEDIO** y **% ERROR** (en fondo gris) automáticamente obtienen su valor por la utilización de las siguientes fórmulas:

$$\text{Promedio} = \left( \sum_A^C T (\text{°C}) \right) / 3$$

$$\% \text{ error} = \left| \frac{\text{temperatura teórica} - \text{temperatura promedio experimental}}{\text{temperatura teórica}} \right|$$

En la parte inferior de esta hoja se encuentra una sección con el título **PROMEDIOS POR GRUPO**, que tiene los renglones PROMEDIO,  $\sigma$  y % ERROR.

En el renglón con la letra  $\sigma$ , se calcula la desviación estándar :

$$\sigma = \left( \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n * (n-1)} \right)^{1/2} \quad (\text{desviación estándar})$$

donde n, es el número de datos capturados por cada columna.

Dentro de la misma sección de Promedios por grupo, aparecen dos celdas; la primera de ellas contiene la temperatura promedio obtenida considerando los valores de todo el grupo, la segunda proporciona el % error global.

- **HOJA 2: SOLUBILIDAD, PROB. 2** Esta hoja contiene una tabla que documenta en el primer renglón TUBO # y en el segundo TEMP. SOLUB. En la primera la columna GAVETA y dos renglones que corresponden a PROMEDIO y % ERROR.

**TUBO A, B, C, D, E, F, G, H:** Cada una de estas columnas se refiere a los tubos de trabajo utilizados para trabajar la curva de la sal. Contiene por renglón tres celdas para capturar los resultados de temperatura obtenidos en cada repetición y dos celdas en las que se calcula automáticamente la desviación estándar  $\sigma$  (celda superior) y el % error (celda inferior).

**TEMP. SOLUB.:** Contiene el valor de la solubilidad (g en 100 mL) correspondiente a cada uno de los tubos de trabajo.

**GAVETA:** En esta columna aparecen automáticamente los nombres o número de gaveta de los alumnos que realizaron el experimento. Estos datos se transfieren de la Hoja 1: Solubilidad, Prob. 1.

En la parte inferior de la hoja se encuentran tres renglones, PROMEDIO,  $\sigma$  y % ERROR. En las celdas que siguen a cada uno de estos renglones, Excel calculará de forma automática los valores de cada una de estas variables, considerando los datos de todos los equipos; proporciona valores grupales.

- **HOJA 3: CÁLCULOS GRÁF., PROB. 2.** Los valores de esta tabla se asignan de manera automática al llenarse la Hoja 2 Solubilidad Prob. 2, el resultado de esta tabla son las temperaturas promedio del grupo para el problema 2.
- **HOJA 4: GRÁF. 1, PROB. 2 (GRUPO).** Esta hoja presenta la gráfica que compara la curva teórica de solubilidad del problema 2 con los resultados promedio obtenidos experimentalmente por todo el grupo. Los ejes de la gráfica son: Solubilidad (g en 100 mL) (ordenadas) y temperatura (°C) abscisas. La curva experimental se dibujará en forma automática al introducir los datos en la Hoja 2: Solubilidad, Prob. 2.
- **HOJA 5: SOLUB., PROB. 2 x EQUIPO.** Esta hoja de cálculo, se completará automáticamente al llenar la Hoja 2 Solubilidad, Prob. 2. Los resultados que se muestran en esta tabla, son los valores promedio de cada equipo obtenidos para el problema 2.
- **HOJA 6: GRÁF. 1, PROB. 2 x EQUIPO.** Esta hoja contiene las gráficas de solubilidad obtenidas por los diferentes equipos del grupo. Los datos la curva experimental se dibujan de manera automática con los valores contenidos en la Hoja 5: Solub., Prob. 2 x equipo.

## INSTRUCTIVO DE USO

Una vez que los alumnos han finalizado su experimento, pedir los resultados escritos en papel para poderlos vaciar en el libro de Excel.

### Primera Hoja de Cálculo (SOLUBILIDAD, PROB. 1)

Con los resultados del problema 1:

- Llenar la primera columna con los nombres o números de gaveta
- Llenar la tercera, cuarta y quinta columna, con los datos obtenidos por el alumno en los diferentes experimentos del problema 1. (Celdas en blanco)
- Revisar el promedio y % error calculados automáticamente. (celdas grises)

(Ver pag 33)

### Segunda Hoja de Cálculo (SOLUBILIDAD, PROB. 2)

Con los resultados del problema 2:

- Los números de las gavetas no se deben de llenar ya que estos automáticamente aparecen despues de llenar la primera hoja.
- Llenar la tabla con los datos obtenidos por el alumno para cada tubo.
- Revisar el promedio y % error calculados automáticamente para cada tubo por equipo y por grupo. (celdas grises)

(Ver pag 34)

La cuarta hoja (GRÁF. 1, PROB. 2 (PROM) y la sexta (SOLUB., PROB. 2 x EQUIPO) son las gráficas promedio por grupo y por equipo respectivamente. La tercera (SOLUB., PROB. 2 x EQUIPO) y la quinta (CÁLCULOS GRÁF., PROB. 2) son llenadas automáticamente por el programa Excel y corresponden a los resultados promedio obtenidos por equipo y por todo el grupo en el problema 2. En ninguna de estas hojas se deben de hacer modificaciones.

(Ver pags 35 y 36).

**NOTA IMPORTANTE:** Todas las celdas que se encuentren de color gris se llenan automáticamente al registrar los resultados experimentales de los alumnos y no deben ser modificadas.

## Hoja 1: Solubilidad, Prob. 1

**Problema 1:** Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:  
 disolución A: 0.613g de  $KNO_3$  en 1 mL de agua  
 disolución B: 1.226g de  $KNO_3$  en 2 mL de agua  
 disolución C: 3.065g de  $KNO_3$  en 5 mL de agua  
 ¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?

GAVETA	Disolución	A	B	C
1	T' °C			
	T'' °C			
	T''' °C			
	Promedio	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
	%error	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
2	T' °C			
	T'' °C			
	T''' °C			
	Promedio	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
	%error	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
3	T' °C			
	T'' °C			
	T''' °C			
	Promedio	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
	%error	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
4	T' °C			
	T'' °C			
	T''' °C			
	Promedio	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
	%error	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
5	T' °C			
	T'' °C			
	T''' °C			
	Promedio	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
	%error	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!

GAVETA	Disolución
	T' °C
	T'' °C
	T''' °C
	Promedio
	%error

1. Capturar  
No. de Gaveta  
o Equipo.

	A	B	C
	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!
	#;DIV/0!	#;DIV/0!	#;DIV/0!

2. Capturar los datos de temperatura obtenidos por los alumnos para cada experimento.

**PROMEDIOS POR GRUPO**

PROMEDIO	#;REF!	#;REF!	#;REF!	#;REF!	#;REF!
$\sigma$	#;REF!	#;REF!	#;REF!	#;REF!	#;REF!
%ERROR	#;REF!	#;REF!	#;REF!	#;REF!	#;REF!
	A	B	C	Total	

Las áreas en gris de la tabla se completan automáticamente al llenar las celdas en blanco.

V. Herramienta desarrollada para la validación del guión experimental



## Hoja 2: Solubilidad Prob. 2

PROBLEMA 2: ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

TUBO #	A		B		C		D		E		F		70 °C
TEMP	20 °C	σ	20 °C	σ	30 °C	σ	40 °C	σ	30 °C	σ	40 °C	σ	70 °C
SOLUB.	21.2 g en 100mL	%ERROR	31.6 g en 100mL	%ERROR	45.5 g en 100mL	%ERROR	61.5 g en 100mL	%ERROR	83.6 g en 100mL	%ERROR	106.0 g en 100mL	%ERROR	136.5 g en 100mL
GAVETA													
	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!
PROMEDIO	####		####		####		####		####		####		####
σ	####		####		####		####		####		####		####
%ERROR	####		####		####		####		####		####		####

TUBO#	A	
TEMP	10 °C	σ
SOLUB.	21.2 g en 100mL	%ERROR
GAVETA		

	#DIV/0!
	#DIV/0!
	#DIV/0!
	#DIV/0!

	σ
90 mL	%ERROR
	#DIV/0!
	#DIV/0!

PROMEDIO	####
σ	####
%ERROR	####

Las celdas de Tubo, Gaveta, Temp y solub. se llenan automáticamente

1. Capturar los datos de temperatura obtenidos por los alumnos para cada experimento.

Los datos  $\sigma$  y % error para cada tubo (I) y el promedio,  $\sigma$  y % error por grupo (II), son calculados automáticamente al llenar las celdas en blanco.

TEMPERATURA (°C)		SOLUBILIDAD
TEORICA	PROM. GPO.	g/100 ml.
10	#!DIV/0!	21.2
20	#!DIV/0!	31.6
30	#!DIV/0!	45.3
40	#!DIV/0!	61.3
50	#!DIV/0!	83.6
60	#!DIV/0!	106.0
70	#!DIV/0!	138.5
80	#!DIV/0!	167.0

NOTA: Los valores de esta tabla se asignarán automáticamente al llenar la tabla "SOLUBILIDAD, PROB.2"

Esta tabla no deberá ser modificada en ningún caso.

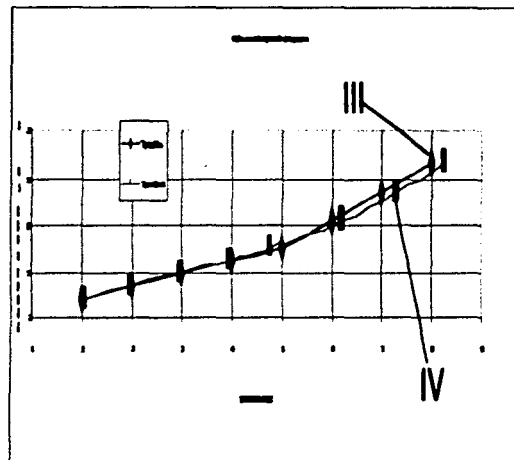
### Hoja 3: Cálculos Gráf. Prob. 2 (grupo)

Esta hoja se llena automáticamente cuando se vacían los datos del problema dos en la hoja 2, y sirve Para trazar la gráfica del promedio del grupo y compararla con la gráfica teórica.. No se debe hacer ningún cambio en esta hoja.

### Hoja 4: Gráf 1. Prob 2 (grupo)

Gráfica del problema 2: temperatura experimental obtenida para cada tubo comparada con la teórica, calculada con el valor promedio de todo el grupo obtenido de la Hoja 3 Cálculos Gráf. Prob.2

Antes de introducir los datos sólo se observa la curva experimental (III); en cuanto la hoja de cálculo registra los datos de los alumnos traza automáticamente la gráfica experimental (IV) correspondiente a todo el grupo.



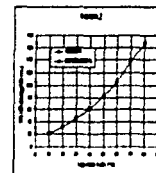
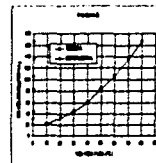
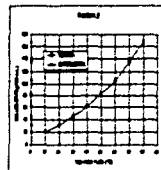
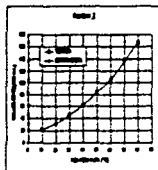
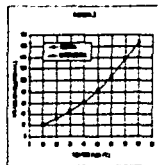
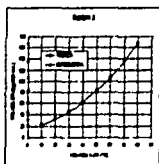
## Hoja 5: Solub. Prob.2 x equipo

**PROBLEMA 2:** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

		TEMPERATURAS EXPERIMENTALES												SOLUB. g en 100 mL.	
		GAVETAS													
SOLIC.	TEMP. TEORICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
A	10	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	21.2
B	20	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	31.6
C	30	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	45.3
D	40	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	61.3
E	50	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	83.6
F	60	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	106.0
G	70	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	136.5
H	80	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	167.0
EQUIPOS:	→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

La tabla se llena automáticamente al vaciar los datos en la Hoja 2 y permite graficar los resultados obtenidos por cada equipo y compararla con la gráfica teórica

Hoja 6: Gráf.1. Prob.2 x equipo: Gráficas por equipo del Problema 2.



## VI. RESULTADOS EXPERIMENTALES

---

El trabajo en el laboratorio se organiza de diferentes formas dependiendo la práctica que se realice. En el caso de la práctica de la solubilidad un grupo de aproximadamente 60 alumnos dependiendo el semestre en el que se este trabajando se divide en equipos de dos personas mínimo y un máximo de cuatro para trabajar cada uno de los problemas.

A continuación se presentan los resultados obtenidos por aproximadamente 200 alumnos en 8 semestres estudiados.

Los resultados se dividen en varias tablas mencionadas y descritas en el Instructivo de uso de las herramientas de validación (Capitulo V).

- ❑ Primera parte: Resultados obtenidos experimentalmente en cada uno de los semestres en estudio para el Problema 1.
- ❑ Segunda parte: Resultados obtenidos experimentalmente en cada uno de los semestres en estudio del Problema 2.
- ❑ Tercera Parte: Datos y gráficas obtenidas por equipo en cada uno de los semestres en estudio.
- ❑ Cuarta Parte: Datos y gráficas obtenidas por el grupo en cada uno de los semestres en estudio.

## VI. Resultados experimentales: Primera parte

**TABLA DE RESULTADOS \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 1\***

**Problema 1:** Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:  
 disolución A: 0.613g de  $KNO_3$  en 1 mL de agua  
 disolución B: 1.226g de  $KNO_3$  en 2 ml de agua  
 disolución C: 3.065g de  $KNO_3$  en 5 mL de agua  
 ¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?

GAVETA	Disolución	A	B	C
1	T °C	43	43.0	42.0
	T °C	41	42.0	42.0
	T °C	42	39.0	43.0
	Promedio	<b>42.0</b>	<b>41.3</b>	<b>42.3</b>
	% error	<b>5.0%</b>	<b>3.3%</b>	<b>5.6%</b>
2	T °C	40.0	41.0	41.0
	T °C	42.0	43.0	43.0
	T °C	41.0	43.0	44.0
	Promedio	<b>41.0</b>	<b>42.3</b>	<b>42.7</b>
	% error	<b>2.5%</b>	<b>5.6%</b>	<b>6.7%</b>
3	T °C	39.0	38.0	40.0
	T °C	39.0	39.0	40.0
	T °C	40.0	40.0	39.0
	Promedio	<b>39.3</b>	<b>39.0</b>	<b>39.7</b>
	% error	<b>1.7%</b>	<b>2.5%</b>	<b>0.6%</b>
4	T °C	37.0	37.0	39.0
	T °C	39.0	37.0	38.0
	T °C	38.0	39.0	39.0
	Promedio	<b>38.0</b>	<b>37.7</b>	<b>38.7</b>
	% error	<b>5.0%</b>	<b>5.6%</b>	<b>2.3%</b>
5	T °C	39.0	38.0	38.0
	T °C	39.0	38.0	38.0
	T °C	38.0	38.0	38.0
	Promedio	<b>38.7</b>	<b>38.0</b>	<b>38.0</b>
	% error	<b>3.3%</b>	<b>5.0%</b>	<b>5.0%</b>
6	T °C	41.0	40.0	38.0
	T °C	38.0	41.0	41.0
	T °C	39.0	41.0	39.0
	Promedio	<b>39.3</b>	<b>40.7</b>	<b>39.3</b>
	% error	<b>1.7%</b>	<b>1.7%</b>	<b>1.7%</b>
7	T °C	40.0	39.0	39.0
	T °C	39.0	39.0	40.0
	T °C	40.0	40.0	41.0
	Promedio	<b>39.7</b>	<b>39.3</b>	<b>40.0</b>
	% error	<b>0.6%</b>	<b>1.7%</b>	<b>0.0%</b>
8	T °C	39.0	43.0	43.0
	T °C	40.0	44.0	44.0
	T °C	41.0	44.0	42.0
	Promedio	<b>40.0</b>	<b>43.7</b>	<b>43.0</b>
	% error	<b>0.0%</b>	<b>9.2%</b>	<b>7.5%</b>
9	T °C	38.0	39.0	42.0
	T °C	39.0	38.0	-
	T °C	37.0	37.0	39.0
	Promedio	<b>38.0</b>	<b>38.0</b>	<b>40.5</b>
	% error	<b>5.0%</b>	<b>5.0%</b>	<b>1.3%</b>
10	T °C	39.0	39.0	42.0
	T °C	40.0	39.0	43.0
	T °C	39.0	39.0	43.0
	Promedio	<b>39.3</b>	<b>39.0</b>	<b>42.7</b>
	% error	<b>1.7%</b>	<b>2.5%</b>	<b>6.7%</b>
11	T °C	40.0	39.0	39.0
	T °C	39.0	40.0	39.0
	T °C	39.0	39.0	39.0
	Promedio	<b>39.3</b>	<b>39.3</b>	<b>39.0</b>
	% error	<b>1.7%</b>	<b>1.7%</b>	<b>2.5%</b>
12	T °C	38.0	37.0	39.0
	T °C	39.0	39.0	39.0
	T °C	38.0	40.0	39.0
	Promedio	<b>38.3</b>	<b>38.7</b>	<b>39.0</b>
	% error	<b>4.2%</b>	<b>3.3%</b>	<b>2.5%</b>
13	T °C	38.0	37.0	37.0
	T °C	37.0	40.0	38.0
	T °C	39.0	38.0	39.0
	Promedio	<b>38.0</b>	<b>38.3</b>	<b>38.0</b>
	% error	<b>5.0%</b>	<b>4.2%</b>	<b>5.0%</b>

PROMEDIOS POR GRUPO					
PROMEDIO	38.9	39.4	40.0	39.4	1.5%
$\sigma$	1.011	1.803	1.609		
% ERROR	2.9%	1.6%	0.0%		
	A	B	C	Total	

SEMESTRE N°-1

TABLA DE RESULTADOS: "SOLUBILIDAD, PROBLEMA 1"

**Problema 1:** Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:

disolución A: 0.613g de  $KNO_3$  en 1 mL de agua

disolución B: 1.226g de  $KNO_3$  en 2 mL de agua

disolución C: 3.065g de  $KNO_3$  en 5 mL de agua

¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?

GAVETA	Disolución	A	B	C
1	T °C	40	40.0	42.0
	T °C	40	42.0	40.0
	T °C	42	41.0	42.0
	Promedio	40.7	41.0	41.3
	% error	1.7%	2.5%	3.3%
2	T °C	39.0	41.0	40.0
	T °C	43.0	43.0	42.0
	T °C	40.0	40.0	42.0
	Promedio	40.7	41.3	41.3
	% error	1.7%	3.3%	3.3%
3	T °C	38.0	37.0	40.0
	T °C	37.0	38.0	40.0
	T °C	40.0	39.0	41.0
	Promedio	38.3	38.0	40.3
	% error	4.2%	5.0%	0.8%
4	T °C	38.0	40.0	39.0
	T °C	40.0	39.0	40.0
	T °C	39.0	39.0	38.0
	Promedio	39.0	39.3	39.0
	% error	2.5%	1.7%	2.5%
5	T °C	41.0	44.0	42.0
	T °C	44.0	44.0	43.0
	T °C	42.0	43.0	43.0
	Promedio	42.3	43.7	42.7
	% error	5.8%	9.2%	6.7%
6	T °C	40.0	41.0	40.0
	T °C	41.0	40.0	41.0
	T °C	40.0	41.0	41.0
	Promedio	40.3	40.7	40.7
	% error	0.8%	1.7%	1.7%
7	T °C	38.0	41.0	41.0
	T °C	41.0	40.0	38.0
	T °C	41.0	41.0	39.0
	Promedio	40.0	40.7	39.3
	% error	0.0%	1.7%	1.7%
8	T °C	39.0	40.0	41.0
	T °C	40.0	41.0	38.0
	T °C	41.0	39.0	39.0
	Promedio	40.0	40.0	39.3
	% error	0.0%	0.0%	1.7%
9	T °C	39.0	40.0	40.0
	T °C	40.0	41.0	40.0
	T °C	40.0	39.0	39.0
	Promedio	39.7	40.0	39.7
	% error	0.8%	0.0%	0.8%
10	T °C	40.0	40.0	41.0
	T °C	41.0	40.0	41.0
	T °C	40.0	41.0	41.0
	Promedio	40.3	40.3	41.0
	% error	0.8%	0.8%	2.5%
11	T °C	40.0	40.0	39.0
	T °C	41.0	42.0	37.0
	T °C	40.0	40.0	40.0
	Promedio	40.3	40.7	38.7
	% error	0.8%	1.7%	3.3%

PROMEDIOS POR GRUPO

PROMEDIO	A	B	C	40.2	0.5%
$\sigma$	1.417	1.544	1.468		
% ERROR	0.3%	1.1%	0.1%	Total	

TABLA DE RESULTADOS: " SOLUBILIDAD, PROBLEMA 1"

**Problema 1:** Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:  
 disolución A: 0.613g de  $KNO_3$  en 1 mL de agua  
 disolución B: 1.226g de  $KNO_3$  en 2 mL de agua  
 disolución C: 3.065g de  $KNO_3$  en 5 mL de agua  
 ¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?

GAVETA	Disolución	A	B	C
1	T'	39	39.0	39.0
	T''	39	40.0	39.0
	T'''	39	39.0	39.0
	Promedio	39.0	39.3	39.0
	% error	2.5%	1.7%	2.5%
2	T'	40.0	42.0	39.0
	T''	42.0	42.0	41.0
	T'''	39.0	41.0	40.0
	Promedio	40.3	41.7	40.0
	% error	0.8%	4.2%	0.0%
3	T'	37.0	33.0	37.0
	T''	38.0	38.0	39.0
	T'''	36.0	38.0	38.0
	Promedio	37.0	36.3	38.0
	% error	7.5%	9.2%	5.0%
4	T'	39.0	40.0	37.0
	T''	40.0	37.0	38.0
	T'''	37.0	39.0	37.0
	Promedio	38.7	38.7	37.3
	% error	3.3%	3.3%	6.7%
5	T'	38.0	38.0	38.0
	T''	38.0	38.0	38.0
	T'''	38.0	38.0	38.0
	Promedio	38.0	38.0	38.0
	% error	5.0%	5.0%	5.0%
6	T'	41.0	37.0	38.0
	T''	39.0	41.0	41.0
	T'''	40.0	37.0	40.0
	Promedio	40.0	38.3	39.7
	% error	0.0%	4.2%	0.8%
7	T'	42.0	38.0	42.0
	T''	38.0	39.0	38.0
	T'''	41.0	37.0	37.0
	Promedio	40.3	38.0	39.0
	% error	0.8%	5.0%	2.5%
8	T'	38.0	38.0	38.0
	T''	38.0	37.5	37.5
	T'''	38.0	38.0	38.0
	Promedio	38.0	37.8	37.8
	% error	5.0%	5.4%	5.4%
9	T'	39.0	40.0	39.0
	T''	39.0	38.0	39.0
	T'''	39.0	36.0	37.0
	Promedio	39.0	38.0	38.3
	% error	2.5%	5.0%	4.2%

PROMEDIOS POR GRUPO					
PROMEDIO	39.2	38.6	38.6	38.8	3.0%
$\sigma$	1.439	1.896	1.321		
% ERROR	2.0%	3.4%	3.5%		
	A	B	C	Total	

SEMESTRE 98-1

TABLA DE RESULTADOS: " SOLUBILIDAD, PROBLEMA 1"

**Problema 1:** Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:disolución A: 0.613g de  $KNO_3$  en 1 mL de aguadisolución B: 1.226g de  $KNO_3$  en 2 mL de aguadisolución C: 3.065g de  $KNO_3$  en 5 mL de agua

¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?

GAVETA	Disolución	A	B	C
1	T <sup>1</sup>	36	35.0	36.0
	T <sup>2</sup>	35	36.0	36.0
	T <sup>3</sup>	36	36.0	36.0
	Promedio	35.7	35.7	36.0
	% error	10.8%	10.8%	10.0%
2	T <sup>1</sup>	37.0	44.0	42.0
	T <sup>2</sup>	35.0	41.0	41.0
	T <sup>3</sup>	40.0	44.0	40.0
	Promedio	37.3	43.0	41.0
	% error	6.7%	7.5%	2.5%
3	T <sup>1</sup>	38.0	43.0	44.0
	T <sup>2</sup>	39.0	42.0	42.0
	T <sup>3</sup>	38.0	43.0	42.0
	Promedio	38.3	42.7	42.7
	% error	4.2%	6.7%	6.7%
4	T <sup>1</sup>	40.0	38.0	38.0
	T <sup>2</sup>	42.0	39.0	36.0
	T <sup>3</sup>	43.0	38.0	37.0
	Promedio	41.7	38.3	37.0
	% error	4.2%	4.2%	7.5%
5	T <sup>1</sup>	40.0	38.0	37.0
	T <sup>2</sup>	39.0	37.0	38.0
	T <sup>3</sup>	40.0	36.0	38.0
	Promedio	39.7	37.0	37.7
	% error	0.8%	7.5%	5.8%
6	T <sup>1</sup>	39.0	40.0	39.0
	T <sup>2</sup>	38.0	43.0	38.0
	T <sup>3</sup>	39.0	41.0	37.0
	Promedio	38.7	41.3	38.0
	% error	3.3%	3.3%	5.0%
7	T <sup>1</sup>	39.0	40.0	39.0
	T <sup>2</sup>	41.0	41.0	38.0
	T <sup>3</sup>	41.0	39.0	37.0
	Promedio	40.3	40.0	38.0
	% error	0.8%	0.0%	5.0%
8	T <sup>1</sup>	38.0	38.0	40.0
	T <sup>2</sup>	38.0	39.0	37.0
	T <sup>3</sup>	37.0	39.0	39.0
	Promedio	37.7	38.7	38.7
	% error	5.8%	3.3%	3.3%
9	T <sup>1</sup>	39.0	39.0	38.0
	T <sup>2</sup>	39.0	39.0	39.0
	T <sup>3</sup>	39.0	39.0	38.0
	Promedio	39.0	39.0	38.3
	% error	2.5%	2.5%	4.2%
10	T <sup>1</sup>	41.0	38.0	38.0
	T <sup>2</sup>	40.0	37.0	38.0
	T <sup>3</sup>	41.0	38.0	38.0
	Promedio	40.7	37.7	38.0
	% error	1.7%	5.8%	5.0%

PROMEDIOS POR GRUPO

PROMEDIO		38.8	39.0	38.4		
$\sigma$		1.678	2.229	1.922	38.7	3.2%
% ERROR		3.1%	2.5%	4.0%		
		A	B	C	Total	

SEMESTRE 98-2



## VI. Resultados experimentales: Primera parte

TABLA DE RESULTADOS. \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 1\*

**Problema 1:** Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:

disolución A: 0.613g de  $KNO_3$  en 1 mL de agua

disolución B: 1.226g de  $KNO_3$  en 2 mL de agua

disolución C: 3.065g de  $KNO_3$  en 5 mL de agua

¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?

GAVETA	Disolución	A	B	C
1	T <sup>1</sup> °C	38	38.0	39.0
	T <sup>2</sup> °C	37	37.0	37.0
	T <sup>3</sup> °C	37	39.0	37.0
	Promedio	37.3	38.0	37.7
	% error	6.7%	5.0%	5.0%
2	T <sup>1</sup> °C	37.0	39.0	39.0
	T <sup>2</sup> °C	38.0	39.0	39.0
	T <sup>3</sup> °C	38.0	38.0	39.0
	Promedio	37.7	38.7	39.0
	% error	5.0%	3.3%	2.5%
3	T <sup>1</sup> °C	37.0	39.0	38.0
	T <sup>2</sup> °C	37.0	38.0	39.0
	T <sup>3</sup> °C	39.0	39.0	38.0
	Promedio	37.7	38.7	38.3
	% error	5.0%	3.3%	4.2%
4	T <sup>1</sup> °C	38.0	37.0	38.0
	T <sup>2</sup> °C	36.0	37.0	37.0
	T <sup>3</sup> °C	37.0	38.0	37.0
	Promedio	37.0	37.3	37.3
	% error	7.5%	6.7%	6.7%
5	T <sup>1</sup> °C	40.0	40.0	42.0
	T <sup>2</sup> °C	38.0	39.0	39.0
	T <sup>3</sup> °C	38.0	39.0	38.0
	Promedio	38.7	39.3	39.7
	% error	3.3%	1.7%	0.8%
6	T <sup>1</sup> °C	35.0	35.0	35.0
	T <sup>2</sup> °C	35.0	35.0	35.0
	T <sup>3</sup> °C	35.0	35.0	36.0
	Promedio	35.3	35.0	35.7
	% error	11.7%	12.5%	10.8%
7	T <sup>1</sup> °C	41.0	38.0	40.0
	T <sup>2</sup> °C	39.0	38.0	39.0
	T <sup>3</sup> °C	39.0	43.0	38.0
	Promedio	39.7	39.7	39.0
	% error	0.8%	0.8%	2.5%
8	T <sup>1</sup> °C	36.0	37.0	36.0
	T <sup>2</sup> °C	36.0	36.0	36.0
	T <sup>3</sup> °C	37.0	37.0	36.0
	Promedio	36.3	36.7	36.0
	% error	9.2%	8.3%	10.0%
9	T <sup>1</sup> °C	38.0	38.0	37.0
	T <sup>2</sup> °C	37.0	37.0	37.0
	T <sup>3</sup> °C	37.0	37.0	36.0
	Promedio	37.3	37.3	36.7
	% error	6.7%	6.7%	8.3%
10	T <sup>1</sup> °C	39.0	38.0	37.0
	T <sup>2</sup> °C	37.0	38.0	36.0
	T <sup>3</sup> °C	36.0	38.0	39.0
	Promedio	37.3	38.0	37.3
	% error	6.7%	5.0%	6.7%
11	T <sup>1</sup> °C	37	38.0	37.0
	T <sup>2</sup> °C	36	37.0	38.0
	T <sup>3</sup> °C	37	38.0	38.0
	Promedio	36.7	37.7	37.7
	% error	8.3%	5.0%	5.0%
12	T <sup>1</sup> °C	38.0	37.0	41.0
	T <sup>2</sup> °C	37.0	40.0	38.0
	T <sup>3</sup> °C	39.0	38.0	39.0
	Promedio	38.0	38.3	39.3
	% error	5.0%	4.2%	1.7%
13	T <sup>1</sup> °C	39.0	37.0	39.0
	T <sup>2</sup> °C	38.0	38.0	38.0
	T <sup>3</sup> °C	38.0	39.0	38.0
	Promedio	38.3	38.0	38.3
	% error	4.2%	5.0%	4.2%
14	T <sup>1</sup> °C	39.0	39.0	38.0
	T <sup>2</sup> °C	37.0	39.0	37.0
	T <sup>3</sup> °C	37.0	39.0	37.0
	Promedio	37.7	39.0	37.3
	% error	5.0%	2.5%	6.7%

VI. Resultados experimentales: Primera parte

TABLA DE RESULTADOS. \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 1\*

15	T °C	36.0	40.0	37.0
	T °C	38.0	41.0	38.0
	T °C	37.0	40.0	37.0
	Promedio	37.0	40.3	37.3
16	% error	7.5%	0.8%	6.7%
	T °C	38.0	37.0	37.0
	T °C	39.0	38.0	38.0
	T °C	37.0	37.0	37.0
17	Promedio	38.0	37.3	37.3
	% error	5.0%	6.7%	6.7%
	T °C	38.0	37.0	39.0
	T °C	38.0	38.0	37.0
18	T °C	37.0	37.0	38.0
	Promedio	37.7	37.3	38.0
	% error	5.8%	6.7%	5.0%
	T °C	36.0	38.0	41.0
19	T °C	37.0	39.0	40.0
	T °C	37.0	37.0	37.0
	Promedio	36.7	38.0	39.3
	% error	8.3%	5.0%	1.7%
20	T °C	39.0	39.0	40.0
	T °C	40.0	38.0	40.0
	T °C	39.0	39.0	39.0
	Promedio	39.3	38.7	39.3
21	% error	1.7%	3.3%	1.7%
	T °C	38.0	37.0	38.0
	T °C	38.0	38.0	37.0
	T °C	38.0	39.0	39.0
22	Promedio	38.0	38.0	38.0
	% error	5.0%	5.0%	5.0%
	T °C	38	39.0	37.0
	T °C	41	37.0	40.0
23	T °C	40	37.0	41.0
	Promedio	39.7	37.7	39.3
	% error	0.8%	5.8%	1.7%
	T °C	37.0	38.0	39.0
24	T °C	40.0	37.0	38.0
	T °C	38.0	39.0	39.0
	Promedio	38.0	38.3	38.7
	% error	5.0%	4.2%	3.3%
25	T °C	37.0	38.0	37.0
	T °C	38.0	38.0	37.0
	T °C	38.0	38.0	37.0
	Promedio	37.7	38.0	37.0
26	% error	5.8%	5.0%	7.5%
	T °C	39.0	39.0	38.0
	T °C	39.0	37.0	39.0
	T °C	38.0	37.0	39.0
27	Promedio	38.7	37.7	38.7
	% error	3.3%	5.8%	3.3%
	T °C	39.0	37.0	37.0
	T °C	39.0	39.0	37.0
28	T °C	38.0	39.0	38.0
	T °C	37.0	38.0	37.0
	T °C	39.0	37.0	37.0
	Promedio	38.0	38.0	37.3
29	% error	3.3%	4.2%	6.7%
	T °C	38.0	39.0	38.0
	T °C	37.0	38.0	37.0
	T °C	39.0	37.0	37.0
30	Promedio	38.0	38.0	37.3
	% error	5.0%	5.0%	6.7%
	T °C	38.0	38.0	39.0
	T °C	37.0	38.0	39.0
31	T °C	38.0	38.0	39.0
	Promedio	37.7	38.0	39.0
	% error	5.8%	5.0%	2.5%

PROMEDIOS POR GRUPO						
PROMEDIO		37.9	38.0	38.1		
σ		1.207	1.277	1.348	38.0	5.0%
% ERROR		5.3%	5.1%	4.6%		
		A	B	C	Total	

## VI. Resultados experimentales: Primera parte

TABLA DE RESULTADOS: " SOLUBILIDAD, PROBLEMA 1 "

**Problema 1:** Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:  
 disolución A: 0.613g de  $KNO_3$  en 1 ml. de agua  
 disolución B: 1.226g de  $KNO_3$  en 2 ml. de agua  
 disolución C: 3.065g de  $KNO_3$  en 5 ml. de agua  
 ¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?

GAVETA	Disolución	A	B	C
1	T °C	38	37.0	37.0
	T °C	37	40.0	38.0
	T °C	37	39.0	37.0
	Promedio	37.3	38.7	37.3
	% error	6.7%	8.3%	6.7%
2	T °C	41.0	45.0	44.0
	T °C	42.0	40.0	41.0
	T °C	45.0	45.0	46.0
	Promedio	42.7	43.3	43.7
	% error	6.7%	0.3%	0.3%
3	T °C	41.0	39.0	41.0
	T °C	40.0	40.0	44.0
	T °C	39.0	40.0	39.0
	Promedio	40.0	39.7	41.3
	% error	0.0%	0.6%	3.2%
4	T °C	38.0	39.0	40.0
	T °C	42.0	40.0	39.0
	T °C	39.0	39.0	38.0
	Promedio	39.7	39.3	39.0
	% error	0.6%	1.7%	2.3%
5	T °C	40.0	38.0	39.0
	T °C	39.0	39.0	40.0
	T °C	37.0	42.0	39.0
	Promedio	38.7	39.7	39.3
	% error	3.3%	0.6%	1.7%
6	T °C	42.0	40.0	39.0
	T °C	40.0	40.0	39.0
	T °C	44.0	41.0	42.0
	Promedio	42.0	40.3	40.0
	% error	5.0%	0.6%	0.0%
7	T °C	40.0	40.0	38.0
	T °C	40.0	39.0	39.0
	T °C	39.0	40.0	39.0
	Promedio	39.7	39.7	38.7
	% error	0.6%	0.6%	3.3%
8	T °C	37.0	39.0	40.0
	T °C	38.0	41.0	39.0
	T °C	38.0	36.0	41.0
	Promedio	37.7	38.7	40.0
	% error	5.6%	3.5%	0.0%
9	T °C	38.0	37.0	37.0
	T °C	37.0	37.0	37.0
	T °C	38.0	37.0	37.0
	Promedio	37.7	37.0	37.0
	% error	5.6%	7.5%	7.5%
10	T °C	37.0	39.0	40.0
	T °C	38.0	37.0	39.0
	Promedio	37.3	37.7	39.3
	% error	6.7%	5.6%	1.7%
	11	T °C	38	37.0
T °C		37	37.0	38.0
T °C		40	37.0	37.0
Promedio		38.3	37.0	37.7
% error		4.2%	7.5%	8.0%
12	T °C	38.0	39.0	39.0
	T °C	39.0	39.0	39.0
	T °C	41.0	40.0	40.0
	Promedio	39.3	39.3	39.3
	% error	1.7%	1.7%	1.7%
13	T °C	37.0	40.0	40.0
	T °C	42.0	42.0	41.0
	T °C	43.0	43.0	43.0
	Promedio	40.7	41.7	41.3
	% error	1.7%	4.3%	3.3%
14	T °C	41.0	40.0	38.0
	T °C	39.0	39.0	40.0
	T °C	39.0	38.0	39.0
	Promedio	39.7	39.0	39.0
	% error	0.6%	2.5%	2.5%
15	T °C	43.0	41.0	42.0
	T °C	42.0	42.0	42.0
	T °C	42.0	40.0	41.0
	Promedio	42.3	41.0	41.7
	% error	5.6%	2.5%	4.5%

PROMEDIOS POR GRUPO					
PROMEDIO	38.3	38.6	38.8	39.0	2.6%
% ERROR	2.167	2.073	2.076		
	A	B	C	Total	

TABLA DE RESULTADOS: "SOLUBILIDAD, PROBLEMA 1"

**Problema 1:** Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:  
 disolución A: 0.613g de  $\text{KNO}_3$  en 1 mL de agua  
 disolución B: 1.226g de  $\text{KNO}_3$  en 2 mL de agua  
 disolución C: 3.065g de  $\text{KNO}_3$  en 5 mL de agua  
 ¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?

GAVETA	Disolución	A	B	C
1	T' °C	38	34.0	37.0
	T'' °C	38	37.0	39.0
	T''' °C	38	39.0	39.0
	Promedio	<b>38.0</b>	<b>36.7</b>	<b>38.3</b>
	% error	<b>5.0%</b>	<b>8.3%</b>	<b>4.2%</b>
2	T' °C	40.0	39.0	40.0
	T'' °C	38.0	41.0	37.0
	T''' °C	39.0	41.0	38.0
	Promedio	<b>39.0</b>	<b>40.3</b>	<b>38.3</b>
	% error	<b>2.5%</b>	<b>0.8%</b>	<b>4.2%</b>
3	T' °C	30.0	31.0	41.0
	T'' °C	40.0	43.0	41.0
	T''' °C	47.0	45.0	40.0
	Promedio	<b>39.0</b>	<b>39.7</b>	<b>40.7</b>
	% error	<b>2.5%</b>	<b>0.8%</b>	<b>1.7%</b>
4	T' °C	38.0	40.0	37.0
	T'' °C	35.0	38.0	38.0
	T''' °C	39.0	38.0	39.0
	Promedio	<b>37.3</b>	<b>38.7</b>	<b>38.0</b>
	% error	<b>6.7%</b>	<b>3.3%</b>	<b>5.0%</b>
5	T' °C	37.0	38.0	36.0
	T'' °C	39.0	38.0	38.0
	T''' °C	41.0	39.0	38.0
	Promedio	<b>39.0</b>	<b>38.3</b>	<b>37.3</b>
	% error	<b>2.5%</b>	<b>4.2%</b>	<b>6.7%</b>
6	T' °C	45.0	44.0	39.0
	T'' °C	42.0	40.0	37.0
	T''' °C	36.0	30.0	36.0
	Promedio	<b>41.0</b>	<b>38.0</b>	<b>37.3</b>
	% error	<b>2.5%</b>	<b>5.0%</b>	<b>6.7%</b>
7	T' °C	39.0	38.0	39.0
	T'' °C	40.0	38.0	40.0
	T''' °C	39.0	36.0	39.0
	Promedio	<b>39.3</b>	<b>37.3</b>	<b>39.3</b>
	% error	<b>1.7%</b>	<b>6.7%</b>	<b>1.7%</b>

## PROMEDIOS POR GRUPO

PROMEDIO	A	B	C	Total
	39.0	38.4	38.5	38.6
$\sigma$	3.541	3.958	1.542	3.5%
% ERROR	2.6%	3.9%	3.8%	

TABLA DE RESULTADOS: " SOLUBILIDAD, PROBLEMA 1"

**Problema 1:** Las disoluciones A, B y C tienen la siguiente composición:

disolución A: 0.613g de  $KNO_3$  en 1 mL de agua

disolución B: 1.226g de  $KNO_3$  en 2 mL de agua

disolución C: 3.065g de  $KNO_3$  en 5 mL de agua

¿A qué temperatura se inicia la cristalización en estas disoluciones?

GAVETA	Disolución	A	B	C
1	T °C	37	40.0	38.0
	T °C	38	42.0	38.0
	T °C	38	40.0	39.0
	Promedio	37.7	40.7	38.3
	% error	5.6%	1.7%	4.2%
2	T °C	38.0	43.0	41.0
	T °C	39.0	43.0	40.0
	T °C	39.0	42.0	40.0
	Promedio	38.7	42.7	40.3
	% error	3.3%	6.7%	0.8%
3	T °C	38.0	40.0	39.0
	T °C	37.0	38.0	39.0
	T °C	40.0	40.0	41.0
	Promedio	38.3	39.3	39.7
	% error	4.2%	1.7%	0.8%
4	T °C	38.0	39.0	37.0
	T °C	37.0	37.0	38.0
	T °C	37.0	38.0	38.0
	Promedio	37.3	38.0	37.7
	% error	6.7%	5.0%	5.8%
5	T °C	41.0	38.0	40.0
	T °C	40.0	37.0	39.0
	T °C	40.0	37.0	39.0
	Promedio	40.3	37.3	39.3
	% error	0.8%	6.7%	1.7%
6	T °C	38.0	38.0	38.0
	T °C	39.0	38.0	39.0
	T °C	39.0	37.0	38.0
	Promedio	38.7	37.7	38.3
	% error	3.3%	5.6%	4.2%
7	T °C	39.0	38.0	40.0
	T °C	39.0	39.0	40.0
	T °C	38.0	39.0	39.0
	Promedio	38.7	38.7	39.7
	% error	3.3%	3.3%	0.8%
8	T °C	36.0	38.0	38.0
	T °C	37.0	39.0	38.0
	T °C	36.0	39.0	37.0
	Promedio	36.3	38.7	37.7
	% error	9.2%	3.3%	5.8%
9	T °C	37.0	38.0	40.0
	T °C	38.0	38.0	39.0
	T °C	37.0	38.0	40.0
	Promedio	37.3	38.0	39.7
	% error	6.7%	5.0%	0.8%
10	T °C	39.0	38.0	41.0
	T °C	38.0	39.0	40.0
	T °C	38.0	40.0	40.0
	Promedio	38.3	39.0	40.3
	% error	4.2%	2.5%	0.8%

PROMEDIOS POR GRUPO

PROMEDIO	37.7	38.4	38.9	38.4	4.1%
$\sigma$	1.308	0.917	1.122		
% ERROR	5.7%	3.9%	2.8%	Total	
	A	B	C		

TABLA DE RESULTADOS: SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2'

PROBLEMA 2: ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

TUBO #	A			B			C			D			E			F			G			H										
TEMP	10 °C			20 °C			30 °C			40 °C			50 °C			60 °C			70 °C			80 °C										
SOLUB.	21.2 g en 100 mL			31.6 g en 100 mL			46.3 g en 100 mL			61.3 g en 100 mL			82.6 g en 100 mL			106.0 g en 100 mL			136.6 g en 100 mL			167.8 g en 100 mL										
GAVETA	% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR										
1	11	9	8	1.528	17	17	17	0.000	27	28	25	1.528	37	36	36	0.577	50	47	46	2.062	58	57	56	1.000	74	68	69	3.215	85	84	86	1.000
				6.7%				15.0%				11.1%				9.2%				4.7%				5.0%				0.5%				6.3%
2	14	13	12	1.000	18	20	21	1.528	33	29	34	2.646	40	40	42	1.156	52	52	50	1.156	64	64	65	0.577	78	77	76	1.000	88	86	86	1.156
				30.0%				1.7%				6.7%				1.7%				2.7%				7.2%				10.0%				8.3%
3	12	13	12	0.677	22	22	21	0.577	33	33	33	0.000	42	42	42	0.000	55	55	55	0.000	64	64	65	0.577	77	66	71	6.361	86	86	87	0.577
				23.3%				8.3%				10.0%				5.0%				10.0%				7.2%				4.6%				7.9%
4	11	11	12	0.677	21	22	22	0.577	29	28	28	0.577	40	40	41	0.577	52	53	52	0.577	58	58	59	0.677	69	70	69	0.577	79	80	81	1.000
				13.3%				8.3%				8.6%				0.8%				4.7%				2.8%				1.0%				0.0%
5	13	12	12	0.677	24	25	25	0.577	37	35	35	1.156	42	43	44	1.000	55	56	55	0.577	64	65	64	1.000	78	77	78	0.577	86	87	87	0.577
				23.3%				23.3%				18.9%				7.5%				10.7%				8.3%				11.0%				6.3%
6	11	11	12	0.577	22	22	22	0.000	28	28	29	0.577	40	40	41	0.577	52	53	52	0.577	58	58	59	0.577	69	70	69	0.577	79	80	81	1.000
				13.3%				10.0%				5.6%				0.6%				4.7%				2.8%				1.0%				0.0%
7	13	14	11	1.528	20	25	22	2.617	33	34	33	0.577	42	44	44	1.156	54	54	56	1.156	64	64	65	0.577	75	74	75	0.577	87	88	88	0.577
				26.7%				11.7%				11.1%				8.3%				4.7%				9.4%				6.7%				9.5%
8	13	14	11	1.528	28	26	22	3.066	33	34	33	0.577	42	44	44	1.156	52	53	52	0.577	58	58	59	0.577	69	70	69	0.577	79	80	81	1.000
				26.7%				26.7%				11.1%				8.3%				4.7%				2.8%				1.0%				0.0%
9	9	8	8	0.577	22	24	23	1.000	37	30	34	3.612	43	47	45	2.000	46	50	48	2.000	64	65	65	1.732	72	74	75	1.528	80	82	85	2.617
				16.7%				18.0%				12.2%				12.5%				4.0%				10.0%				5.2%				2.2%
10	9	11	11	1.156	20	21	20	0.577	30	30	30	0.000	43	37	40	3.000	46	48	47	1.000	58	61	59	1.528	71	70	72	1.000	77	77	81	2.309
				3.3%				1.7%				0.0%				0.0%				6.0%				1.1%				1.6%				2.1%
11	7	8	7	0.577	15	15	15	0.000	25	27	25	1.156	38	40	39	0.577	48	48	45	1.732	58	54	58	0.000	71	71	71	0.000	77	78	78	0.577
				26.7%				28.0%				14.4%				1.7%				6.0%				3.3%				1.6%				2.5%
12	13	14	10	2.062	16	21	22	3.218	30	31	34	2.062	38	37	37	0.577	48	49	49	0.577	61	61	62	0.577	72	73	72	0.577	81	84	84	1.732
				23.3%				1.7%				5.6%				6.7%				2.7%				2.2%				3.3%				3.8%
13	11	9	8	1.528	17	17	17	0.000	27	28	25	1.528	37	36	36	0.577	50	47	46	2.062	55	57	56	1.000	74	64	69	3.215	84	85	86	1.000
				6.7%				15.0%				11.1%				9.2%				4.7%				6.7%				0.5%				6.3%
PROMEDIO	10.97			20.72			30.64			40.56			50.72			60.52			72.25			82.97										
=	2.05			3.22			4.40			5.47			6.32			7.82			9.35			11.85										
% ERROR	9.7%			3.6%			2.1%			1.4%			1.4%			1.5%			3.2%			3.7%										

VI. Resultados experimentales: Segunda parte

TABLA DE RESULTADOS: \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2'

PROBLEMA 2: ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

TUBO #	A			B			C			D			E			F			G			H																		
TEMP	10 °C			20 °C			30 °C			40 °C			50 °C			60 °C			70 °C			80 °C																		
SOLUB.	21.2 g en 100 mL			31.6 g en 100 mL			46.8 g en 100 mL			61.8 g en 100 mL			82.6 g en 100 mL			106.6 g en 100 mL			136.6 g en 100 mL			167.6 g en 100 mL																		
EQUIPO	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR	% ERROR																	
1	12	11	11	0.577	13.3%	21	20	21	0.577	3.3%	32	31	31	0.577	4.4%	40	42	42	1.155	3.3%	49	51	51	1.155	0.7%	62	61	61	0.577	2.2%	72	71	70	1.000	1.4%	83	84	84	0.577	4.6%
2	9.5	9.5	10	0.289	3.3%	21	19	23	2.000	5.0%	29	29	28	0.577	4.4%	40	40	40	0.000	0.0%	50	50	49	0.577	0.7%	61	61	62	0.577	2.2%	70	70	72	1.155	1.0%	85	85	84	0.577	5.9%
3	9	9	10	0.577	6.7%	21	22	22	0.577	8.3%	30	32	30	1.155	2.2%	38	39	38	0.577	4.2%	48	49	49	0.577	2.7%	61	59	60	1.000	0.0%	70	73	71	1.528	1.9%	85	87	87	1.155	7.9%
4	9	10	11	1.000	0.0%	19	22	21	1.528	3.3%	30	29	31	1.000	0.0%	38	39	38	0.577	4.2%	49	49	51	1.155	0.7%	60	59	61	1.000	0.0%	70	69	72	1.528	0.5%	79	80	81	1.000	0.0%
5	11	11	10	0.577	6.7%	21	20	20	0.577	17%	31	32	32	0.577	5.6%	38	37	38	0.577	5.8%	52	51	52	0.577	3.3%	61	61	60	0.577	11%	78	77	78	0.577	11.0%	86	86	82	3.464	7.5%
6	9	10	11	1.000	0.0%	21	22	21	0.577	6.7%	30	32	31	1.000	3.3%	38	39	38	0.577	4.2%	49	49	51	1.155	0.7%	60	59	61	1.000	0.0%	70	69	72	1.528	0.5%	79	80	86	4.933	2.9%
7	12	11	11	0.577	13.3%	21	20	21	0.577	3.3%	32	31	31	0.577	4.4%	42	40	42	1.155	0.7%	49	51	51	1.155	0.7%	62	61	61	0.577	2.2%	72	71	70	1.000	1.4%	83	82	87	7.646	5.0%
8	11	9	10	1.000	0.0%	19	20	20	0.577	17%	31	32	32	0.577	5.6%	38	37	38	0.577	5.8%	52	51	52	0.577	3.3%	61	61	60	0.577	11%	78	77	78	0.577	11.0%	86	86	84	2.309	8.3%
9	9	9.5	10	0.500	5.0%	21	22	22	0.577	8.3%	30	32	30	1.155	2.2%	38	39	38	0.577	4.2%	48	49	49	0.577	2.7%	61	59	60	1.000	0.0%	70	73	71	1.528	1.9%	85	87	88	1.528	8.3%
10	9.5	11	11	0.866	5.0%	21	19	23	2.000	5.0%	29	29	29	0.000	3.3%	38	38	39	0.577	4.2%	50	52	49	1.528	0.7%	61	62	60	1.000	1.7%	71	70	72	1.000	1.4%	85	85	81	2.309	4.6%
11	11	10	10	0.577	3.3%	19	20	19	0.577	3.3%	31	32	32	0.577	5.6%	38	37	38	0.577	5.8%	52	51	52	0.577	3.3%	61	61	60	0.577	11%	78	77	78	0.577	11.0%	88	88	80	0.577	10.4%
12	9	10	11	1.000	0.0%	21	22	21	0.577	6.7%	30	29	31	1.000	0.0%	39	39	40	0.577	1.7%	50	51	50	0.577	0.7%	60	59	61	1.000	0.0%	70	69	72	1.528	0.5%	79	80	80	0.577	0.4%
PROBADO	10.22			20.78			30.64			38.89			50.22			60.58			72.53			84.33																		
=	0.64			1.12			1.20			1.41			1.27			0.87			3.18			3.20																		
% ERROR	2.2%			3.9%			2.1%			2.8%			0.4%			1.0%			3.6%			5.4%																		

V. Resultados experimentales: Segunda parte

TABLA DE RESULTADOS: \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2'

PROBLEMA 2: ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

TUBO #	A			B			C			D			E			F			G			H										
	10 °C	e		20 °C	e		30 °C	e		40 °C	e		50 °C	e		60 °C	e		70 °C	e		80 °C	e									
SOLOB.	21.2 g en 100ml	% ERROR		21.6 g en 100ml	% ERROR		48.8 g en 100ml	% ERROR		61.3 g en 100ml	% ERROR		88.6 g en 100ml	% ERROR		106.0 g en 100ml	% ERROR		136.5 g en 100ml	% ERROR		167.0 g en 100ml	% ERROR									
GAVETA																																
1	11	11	10.5	0.289	21	21	20	0.577	29	30	29	0.577	40	40	39	0.577	51	50	49	1.000	57	57	59	1.155	72	73	71	1.000	81	83	83	1.155
				8.3%				3.3%				2.2%				0.8%				0.0%				3.9%				2.9%				2.9%
2	11.5	11.5	11	0.289	19.5	20	20	0.289	28.5	29	29	0.289	38	38.5	39	0.500	47	47.5	48	0.500	59	58.5	59	0.289	67	68	68	0.577	78	78	77.5	0.289
				13.3%				0.8%				3.9%				3.8%				5.0%				1.9%				3.3%				2.7%
3	9	7	8	1.000	18	16	17	1.000	29	29	28	0.577	37	38	38	1.000	51	52	52	0.577	57	56	56	1.000	71	72	71	0.577	77.5	78	78	0.289
				20.0%				15.0%				4.4%				5.0%				3.3%				5.0%				1.9%				2.7%
4	11.5	10.5	11	0.500	19.5	20	20.5	0.500	29	28	28	0.577	38	37	38	1.000	47.5	47	48	0.500	58	58	59	0.577	67	68	67.5	0.500	79	78	79.5	0.764
				10.0%				0.0%				5.6%				5.0%				5.0%				2.8%				3.6%				1.5%
5	8.8	8	8.5	0.321	17.5	17	17	0.289	35	38	35	0.577	39	39	38	0.577	47	48	47	0.577	53	54	54	0.577	71	71	70	0.577	78	77	78	0.577
				16.3%				14.2%				15.6%				3.3%				5.3%				10.6%				1.0%				2.9%
6	8	7	8	0.577	20	25	23	2.517	38	38	38	0.577	37	38	38	0.577	52	52	50	1.155	58	57	57	0.677	68	67	67	0.577	88	89	88	0.577
				23.3%				13.3%				18.9%				5.8%				2.7%				4.4%				3.8%				10.4%
7	10	11	10	0.577	24	23	25	1.000	29	30	25	2.646	44	48	42	3.056	47	46	49	1.528	58	57	56	1.000	72	68	70	2.000	83	82	83	0.577
				3.3%				20.0%				6.7%				11.7%				5.3%				5.0%				0.0%				3.3%
8	8	7	7	0.577	22	22	22	0.000	27	27	28	0.577	39	38	39	0.577	45	46	45	0.577	57	57	60	1.732	64	65	63	1.000	77	78	77	0.577
				26.7%				10.0%				8.9%				3.3%				9.3%				3.3%				8.5%				3.3%
9	11	10	10	0.577	22	21	21	0.577	31	30	31	0.577	39	42	41	1.528	52	52	52	0.000	54	53	54	0.577	63	64	64	1.528	81	83	82	1.000
				3.3%				6.7%				2.2%				17%				4.0%				10.6%				8.1%				2.9%
PROMEDIO	9.47			20.52			30.17			39.39			48.89			58.83			68.31			80.64										
e	1.50			2.41			3.00			2.35			2.80			1.98			2.93			3.96										
% ERROR	6.3%			2.6%			0.6%			1.5%			2.2%			5.3%			2.4%			0.7%										

VI. Resultados experimentales: Segunda parte



TABLA DE RESULTADOS: "SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2"

PROBLEMA 2: ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

TUBO #	A			B			C			D			E			F			G			H																	
TEMP. SOLUB.	18 °C	°		20 °C	°		25 °C	°		30 °C	°		35 °C	°		40 °C	°		45 °C	°		50 °C	°																
GAVETA	21.2 g en 100 mL	% ERROR		27.4 g en 100 mL	% ERROR		42.8 g en 100 mL	% ERROR		61.2 g en 100 mL	% ERROR		82.4 g en 100 mL	% ERROR		106.0 g en 100 mL	% ERROR		146.0 g en 100 mL	% ERROR		197.0 g en 100 mL	% ERROR																
1	9	10	10	0.577	19	18	18	0.577	8.3%	27	27	28	0.577	8.9%	38	39	38	0.577	4.2%	49	49	51	1.156	59	62	61	1.528	78	78	77	0.577	11.0%	84	85	85	0.577	5.8%		
2	12	15	14	1.528	36.7%	23	26	28	2.517	28.3%	39	41	38	1.528	31.1%	43	47	49	3.065	15.8%	55	58	61	3.000	60	64	65	2.646	4.8%	64	67	69	2.517	7.3%	73	75	77	2.000	6.3%
3	8	9	9	0.577	13.3%	23	23	22	0.577	13.3%	31	32	32	0.577	5.6%	43	43	43	0.000	7.5%	54	54	54	0.000	70	71	71	0.577	17.8%	71	72	71	0.577	1.9%	77	78	78	0.577	2.8%
4	10	10	10	0.000	0.0%	20	19	19	0.577	3.3%	30	31	30	0.577	1.1%	40	41	40	0.577	0.8%	51	51	50	0.577	59	60	60	0.677	0.8%	75	75	76	0.577	7.8%	82	81	82	0.577	2.1%
5	10	8	11	1.528	3.3%	14	14	16	1.156	26.7%	27	26	26	0.577	12.2%	35	34	36	1.000	12.5%	51	50	51	0.577	59	60	60	0.577	1.0%	71	70	71	0.577	1.0%	85	84	85	0.577	5.8%
6	9	10	10	0.577	3.3%	21	23	23	1.166	11.7%	33	32	33	0.577	8.9%	43	44	45	1.000	10.0%	52	52	51	0.577	64	64	63	0.577	6.1%	74	72	72	1.156	3.6%	84	85	85	0.577	6.7%
7	10	8	11	1.528	3.3%	18	18	19	0.577	6.7%	27	27	28	0.577	11.1%	34	35	36	1.000	12.5%	50	52	50	1.156	64	60	64	3.065	5.8%	73	75	73	1.156	6.2%	81	83	83	1.156	2.9%
8	8	7	9	1.000	20.0%	18	17	18	0.577	11.7%	31	29	29	1.156	1.1%	38	37	37	0.577	8.3%	50	50	50	0.000	59	60	61	1.000	0.0%	73	75	75	1.186	6.2%	81	83	83	1.156	2.9%
9	7	8	7	0.577	26.7%	18	17	17	0.577	13.3%	28	27	26	1.000	10.0%	37	35	38	1.528	8.3%	48	48	40	4.619	54	56	54	1.156	5.6%	63	66	64	1.628	8.1%	81	83	82	1.000	2.5%
PROMEDIO	9.69			19.63			30.11			39.48			51.19			61.93			71.85			81.74																	
°	1.91			3.36			4.05			4.14			3.66			4.03			4.17			3.38																	
% ERROR	4.1%			1.9%			0.4%			1.3%			2.4%			3.2%			2.6%			2.2%																	

VI. Resultados experimentales: Segunda parte

**PROBLEMA 2:** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

TUBO #	A				B				C				D				E				F				G				H			
TEMP	10 °C				20 °C				30 °C				40 °C				50 °C				60 °C				70 °C				80 °C			
SOLUB.	21.3 g en 100 ml				31.6 g en 100 ml				48.3 g en 100 ml				61.3 g en 100 ml				83.6 g en 100 ml				106.0 g en 100 ml				136.6 g en 100 ml				167.0 g en 100 ml			
	% ERROR				% ERROR				% ERROR				% ERROR				% ERROR				% ERROR				% ERROR							
EQUIPO																																
1	10	10	10	0.000	20	20	20	0.000	24	28	29	2.646	35	33	34	1.000	47	47	48	0.577	56	56	58	1.155	73	73	72	0.577	85	82	81	2.082
	0.0%				0.0%				10.0%				15.0%				5.3%				5.6%				3.8%				3.3%			
2	9	9	9	0.000	20	20	21	0.577	26	26	26	0.000	25	25	25	0.000	49	47	48	1.000	60	58	60	1.155	73	76	75	1.528	80	82	84	2.000
	10.0%				17%				13.3%				37.5%				4.0%				11%				6.7%				25%			
3	10	9	10	0.577	20	21	21	0.577	33	33	33	0.000	37	37	38	0.577	47	46	48	1.000	58	58	59	0.577	74	75	78	2.082	84	83	88	2.646
	3.3%				3.3%				10.0%				6.7%				6.0%				2.8%				8.1%				6.3%			
4	9	8	9	0.577	18	18	18	0.000	28	28	28	0.000	39	38	39	0.577	48	48	49	0.577	59	59	58	0.577	70	71	70	0.577	83	82	85	1.528
	13.3%				10.0%				6.7%				3.3%				3.3%				2.2%				0.5%				4.2%			
5	9	9	9	0.000	19	20	19	0.577	26	27	27	0.577	37	37	37	0.000	47	46	48	1.000	56	57	58	1.000	68	68	69	0.577	88	86	86	1.155
	10.0%				3.3%				11.1%				7.5%				6.0%				5.0%				2.4%				8.3%			
6	9	9	9	0.000	21	22	22	0.577	31	30	31	0.577	38	38	38	0.000	45	46	44	1.000	56	55	57	1.000	69	69	67	1.155	84	84	86	1.155
	10.0%				8.3%				2.2%				5.0%				10.0%				6.7%				2.4%				5.8%			
PROMEDIO	9.22				20.00				28.56				36.00				47.11				57.67				71.67				84.06			
e	0.55				1.26				2.73				4.86				1.32				1.66				3.14				2.24			
% ERROR	7.8%				0.0%				4.8%				12.5%				5.8%				3.9%				2.4%				5.1%			

VI. Resultados experimentales: Segunda parte

TABLA DE RESULTADOS: \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2'

PROBLEMA 2: ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

TUBO #	A			B			C			D			E			F			G			H										
	10 °C			20 °C			30 °C			40 °C			50 °C			60 °C			70 °C			80 °C										
TEMP SOLUB.	21.2 g en 100 mL	% ERROR		21.6 g en 100 mL	% ERROR		46.2 g en 100 mL	% ERROR		61.8 g en 100 mL	% ERROR		83.6 g en 100 mL	% ERROR		104.0 g en 100 mL	% ERROR		124.8 g en 100 mL	% ERROR		147.0 g en 100 mL	% ERROR									
GAVETA																																
1	7	8	7	0.577	15	15	15	0.000	27	25	25	1.155	39	40	39	0.577	48	45	48	1.732	58	58	58	0.000	71	71	71	0.000	77	78	78	0.577
				26.7%				25.0%				14.4%				17%				6.0%				3.3%				1.4%				2.9%
2	11	10	11	0.577	19	20	20	0.677	31	31	31	0.000	39	40	38	1.000	48	47	47	0.577	59	61	59	1.155	72	73	73	0.577	85	85	85	0.000
				6.7%				1.7%				3.3%				2.5%				5.3%				0.6%				3.8%				6.3%
3	9	9	11	1.155	21	20	25	2.646	28	26	31	2.517	41	42	40	1.000	49	48	46	1.528	61	57	60	2.062	74	71	73	1.528	82	83	83	0.577
				3.3%				10.0%				5.6%				2.5%				4.7%				1.1%				3.8%				3.3%
4	14	12	13	1.000	18	19	19	0.577	28	29	27	1.000	37	38	37	0.577	48	48	49	0.577	68	67	66	1.000	75	76	76	1.528	85	83	84	1.000
				30.0%				6.7%				6.7%				6.7%				3.3%				11.7%				9.0%				5.0%
5	12	9	8	2.062	19	25	23	3.055	34	33	32	1.000	40	43	44	2.062	49	45	47	2.000	65	70	65	2.887	71	74	72	1.528	85	88	84	0.577
				3.3%				11.7%				10.0%				5.6%				6.0%				11.1%				3.3%				5.6%
6	13	12	13	0.577	20	18	21	1.528	31	32	31	0.577	38	37	39	1.000	44	45	47	1.000	62	64	65	1.528	72	74	72	1.155	82	82	84	1.155
				26.7%				1.7%				4.4%				5.0%				8.0%				6.1%				3.8%				3.3%
7	13	14	10	2.062	18	21	22	2.062	30	31	34	2.062	38	37	38	0.577	48	49	49	0.577	61	61	62	0.577	72	73	72	0.577	81	84	84	1.732
				23.3%				1.7%				5.6%				5.8%				2.7%				2.2%				3.3%				3.8%
8	11	9	8	1.528	17	17	17	0.000	27	28	25	1.528	36	37	38	0.577	50	47	46	2.062	56	57	56	0.577	74	68	70	3.055	85	86	84	1.000
				6.7%				15.0%				11.1%				9.2%				4.1%				6.1%				1.0%				6.3%
9	9	11	11	1.155	20	21	20	0.577	30	30	30	0.000	40	43	42	1.528	44	48	47	1.000	59	61	59	1.155	71	70	72	1.000	77	77	81	2.309
				3.3%				1.7%				0.0%				4.2%				6.0%				0.6%				1.4%				2.1%
10	11	12	10	1.000	19	19	18	0.577	30	30	31	0.577	38	39	39	0.577	47	47	46	0.577	60	61	61	0.577	71	71	71	0.000	78	80	78	1.155
				10.0%				6.7%				1.1%				3.3%				6.7%				1.1%				1.4%				1.7%
11	9	11	9	1.155	21	25	20	2.646	28	31	28	2.517	41	40	42	1.000	49	48	46	1.528	61	57	60	2.062	74	71	73	1.528	82	83	83	0.577
				3.3%				10.0%				5.6%				2.5%				4.7%				1.1%				3.8%				3.3%
12	14	14	15	0.577	19	19	18	0.577	28	29	27	1.000	37	38	37	0.577	48	48	49	0.577	68	67	66	1.000	75	76	78	1.528	85	83	84	1.000
				43.3%				6.7%				6.7%				6.7%				3.3%				11.7%				9.0%				5.0%
13	9	8	8	0.577	22	24	23	1.000	37	30	33	3.512	43	45	45	1.155	52	53	51	1.000	64	65	65	1.732	74	72	75	1.528	80	82	85	2.517
				18.7%				15.0%				11.1%				10.8%				4.0%				10.0%				5.2%				2.9%
PROBLEMA	10.94			19.79			29.87			39.54			47.79			61.90			72.72			82.38										
e	2.17			2.57			2.70			2.45			1.76			3.82			2.14			2.89										
% ERROR	6.4%			1.0%			1.1%			1.2%			4.4%			3.2%			3.9%			2.9%										

VI. Resultados experimentales: Segunda parte

TABLA DE RESULTADOS: " SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2"

PROBLEMA 2: ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

TUBO #	A			B			C			D			E			F			G			H										
TEMP	10 °C			20 °C			30 °C			40 °C			50 °C			60 °C			70 °C			80 °C										
SOLUB.	21.2 g en 100 mL			31.8 g en 100 mL			48.2 g en 100 mL			61.2 g en 100 mL			82.8 g en 100 mL			106.0 g en 100 mL			136.8 g en 100 mL			167.5 g en 100 mL										
% ERROR																																
GAVETA																																
1	10	10	9	0.577	20	19	20	0.577	31	29	31	1.155	39	39	39	0.000	50	49	49	0.577	59	57	59	1.155	71	72	72	0.577	78	78	77	0.577
				3.3%				17%				11%				2.5%				1.3%				2.8%				2.4%				2.9%
2	7	8	8	0.577	17	19	19	1.155	30	31	30	0.577	41	40	39	1.000	50	52	50	1.155	55	68	70	8.145	65	65	65	0.000	80	81	80	0.577
				23.3%				8.3%				1.1%				0.0%				1.3%				7.2%				7.1%				0.4%
3	8	8	8	0.000	14	15	15	0.577	28	27	27	0.577	30	29	29	0.577	51	52	51	0.577	58	57	57	0.577	70	70	69	0.577	74	73	72	1.000
				20.0%				26.7%				8.9%				2.7%				4.4%				4.4%				0.5%				8.8%
4	9	8	8	0.577	20	19	20	0.577	30	30	29	0.577	40	38	40	0.577	48	48	48	0.000	57	57	57	5.0%	69	71	69	1.155	86	85	86	0.577
				16.7%				17%				1.1%				0.8%				4.0%				5.0%				0.5%				7.1%
PROBADO	8.42			18.08			29.42			37.00			49.83			59.25			69.00			79.17										
e	0.90			2.23			1.44			4.67			1.47			4.69			2.63			4.82										
% ERROR	15.8%			9.6%			1.9%			7.5%			0.3%			1.3%			1.6%			1.0%										

TABLA DE RESULTADOS: \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2\*

PROBLEMA 2: ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

TUBO #	A			B			C			D			E			F			G			H					
TEMP	18 °C			20 °C			30 °C			40 °C			50 °C			60 °C			70 °C			80 °C					
SOLUB.	21.8 g en 100 mL			31.6 g en 100 mL			45.8 g en 100 mL			61.8 g en 100 mL			83.6 g en 100 mL			104.8 g en 100 mL			126.6 g en 100 mL			147.8 g en 100 mL					
	% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR			% ERROR					
GAYETA																											
1	9	10	11	19	20	19	30	29	31	39	38	40	51	49	49	69	58	59	71	71	72	78	77	77	87	87	87
	1.000			0.877			1.000			0.577			1.166			0.577			0.577			0.577			0.577		
	0.0%			3.3%			0.0%			1.7%			0.2%			2.2%			1.9%			3.3%			3.3%		
2	10	9	11	20	21	22	31	31	30	40	39	40	52	52	51	59	58	60	68	67	67	79	81	80	1.000	1.000	1.000
	1.000			1.000			0.577			0.577			0.577			1.000			0.577			0.577			1.000		
	0.0%			5.0%			2.2%			0.8%			3.3%			1.7%			8.8%			0.0%			0.0%		
3	8	7	9	19	20	19	28	30	29	39	40	41	51	52	51	58	57	57	69	70	69	77	78	79	1.000	1.000	1.000
	1.000			0.577			1.000			1.000			0.577			0.577			0.577			0.577			1.000		
	20.0%			3.3%			3.3%			0.0%			2.7%			4.6%			1.0%			2.8%			2.8%		
4	8	10	9	19	20	19	28	29	29	39	39	38	49	50	50	57	57	57	70	71	69	79	80	79	0.577	0.577	0.577
	1.000			0.577			0.577			0.577			0.577			0.000			1.000			0.577			0.577		
	10.0%			3.3%			4.6%			3.3%			0.7%			5.0%			0.0%			0.5%			3.3%		
5	8	9	9	21	20	21	32	30	31	38	39	38	49	48	48	59	59	57	71	71	70	77	78	77	0.577	0.577	0.577
	0.577			0.577			1.000			0.577			0.577			1.166			0.577			0.577			0.577		
	13.3%			3.3%			3.3%			4.2%			3.3%			2.8%			1.0%			3.3%			3.3%		
6	13	12	13	19	20	20	28	29	29	40	39	41	67	48	48	58	58	57	70	69	69	79	80	81	1.000	1.000	1.000
	0.577			0.577			0.577			1.000			0.577			0.577			0.577			0.577			1.000		
	28.7%			1.7%			4.6%			0.0%			4.7%			3.3%			1.0%			1.7%			0.0%		
PROMEDIO	9.72			19.89			29.87			39.33			49.72			59.00			69.67			78.87			87.87		
σ	1.71			0.90			1.12			0.91			1.40			0.97			1.41			1.87			1.87		
% ERROR	2.8%			0.6%			1.1%			1.7%			0.6%			3.5%			0.9%			1.7%			2.1%		

VI Resultados experimentales: Segunda parte

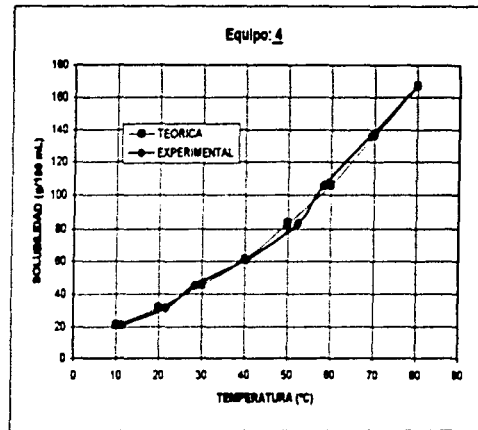
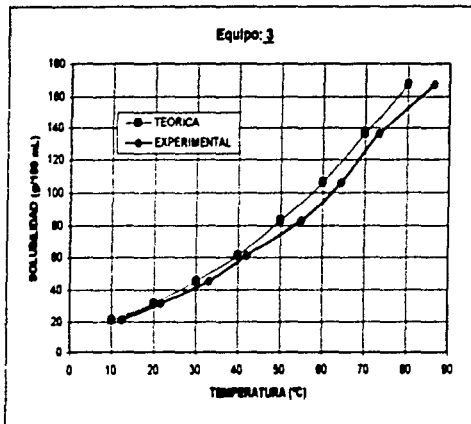
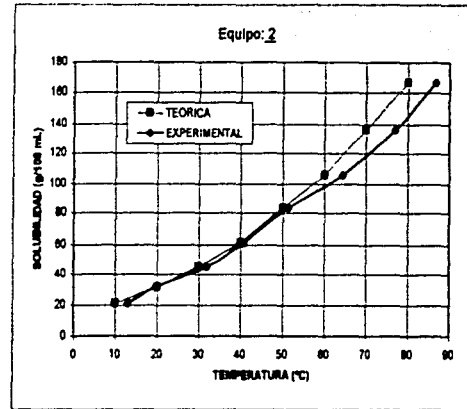
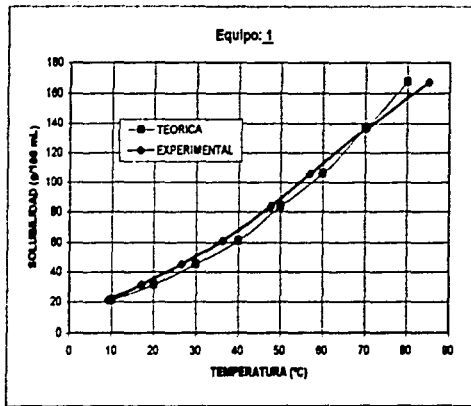
TABLA DE RESULTADOS: \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2\*

**PROBLEMA 2:** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

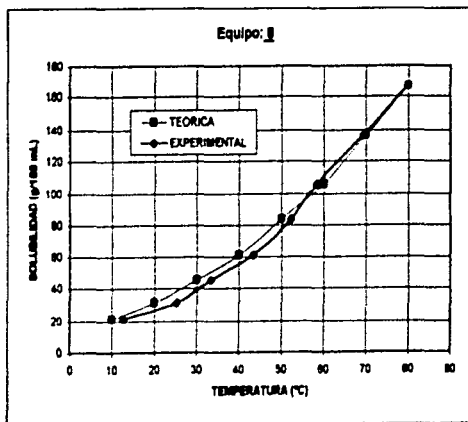
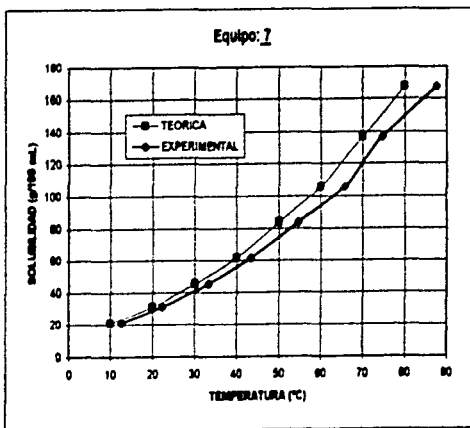
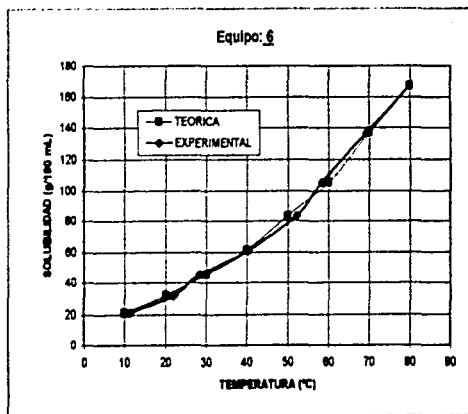
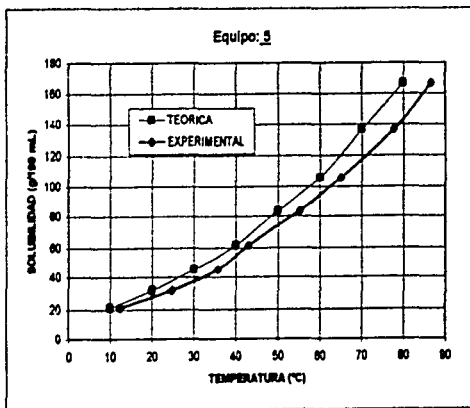
		TEMPERATURAS EXPERIMENTALES													SOLUC. g en 100 mL
		GAVETAS													
SOLUC.	TEMP. TEORICA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A	10	9.3	13.0	12.3	11.3	12.3	11.3	12.7	12.7	8.3	10.3	7.3	12.3	9.3	21.2
B	20	17.0	19.7	21.7	21.7	24.7	22.0	22.3	25.3	23.0	20.3	15.0	19.7	17.0	31.6
C	30	26.7	32.0	33.0	28.3	35.7	28.3	33.3	33.3	33.7	30.0	25.7	31.7	26.7	45.3
D	40	36.3	40.7	42.0	40.3	43.0	40.3	43.3	43.3	45.0	40.0	39.3	37.3	36.3	61.3
E	50	47.7	51.3	55.0	52.3	55.3	52.3	54.7	52.3	48.0	47.0	47.0	48.7	47.7	83.6
F	60	57.0	64.3	64.3	58.3	65.0	58.3	65.7	58.3	66.0	59.3	58.0	61.3	56.0	106.0
G	70	70.3	77.0	73.3	69.3	77.7	69.3	74.7	69.3	73.7	71.0	71.0	72.3	70.3	136.5
H	80	85.0	86.7	86.3	80.0	86.7	80.0	87.7	80.0	82.3	78.3	77.7	83.0	85.0	167.0
EQUIPOS:	→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

VI Resultados experimentales: Tercera parte

PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 96-1



PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 96-1





PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 96-1

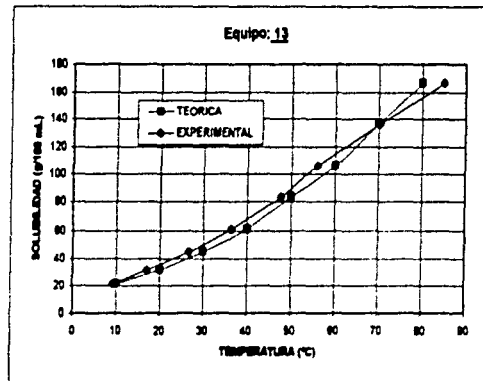
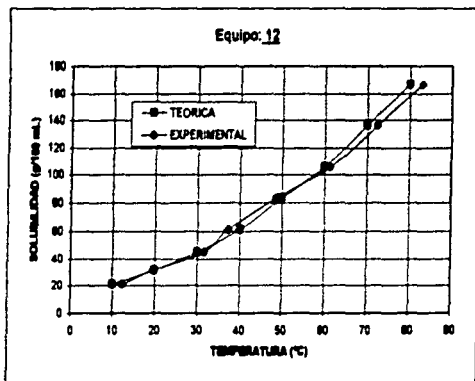
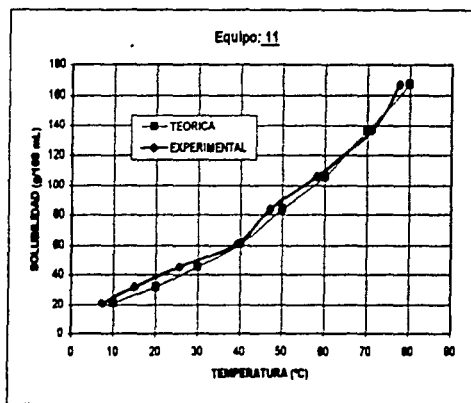
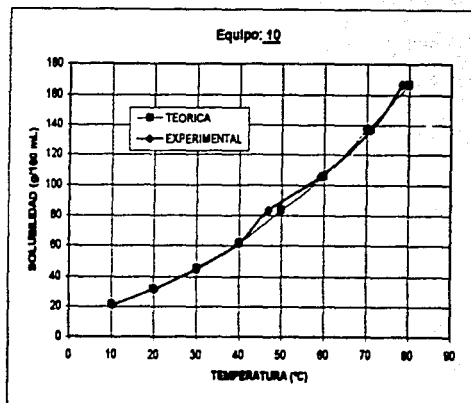
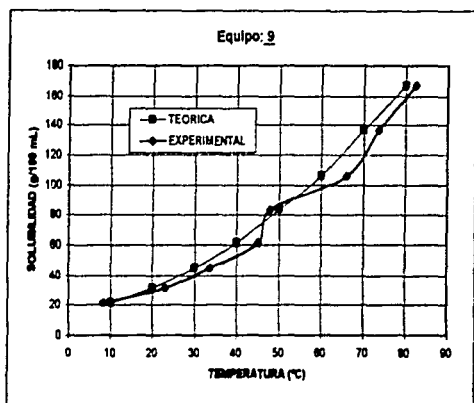


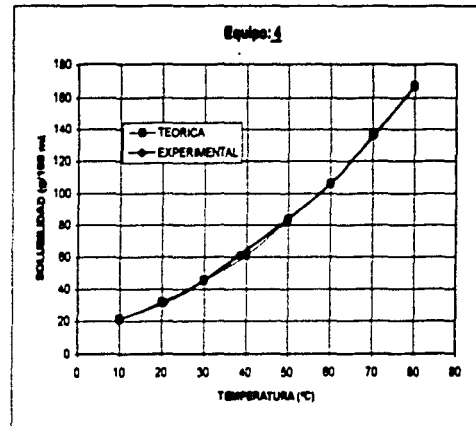
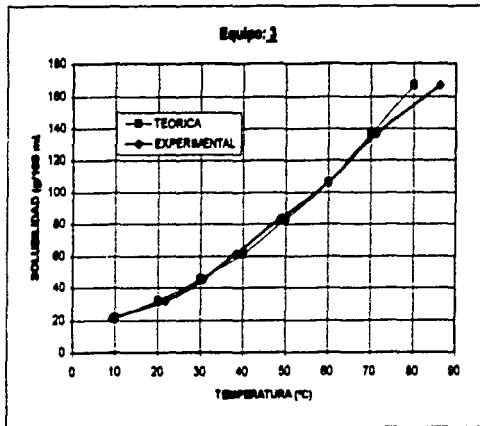
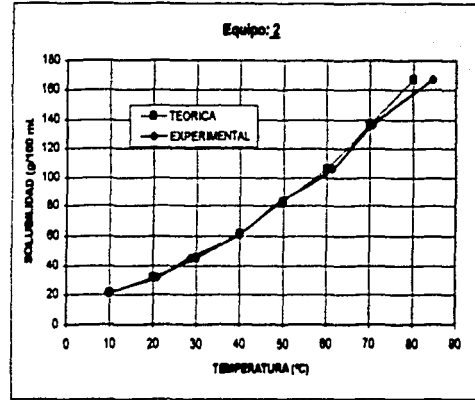
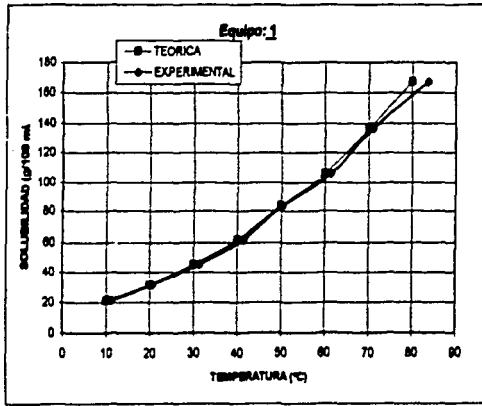
TABLA DE RESULTADOS: \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2\*

**PROBLEMA 2:** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

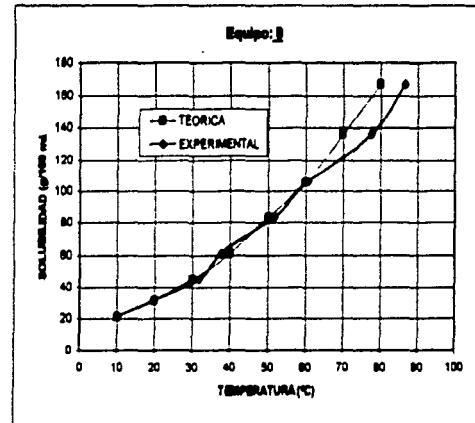
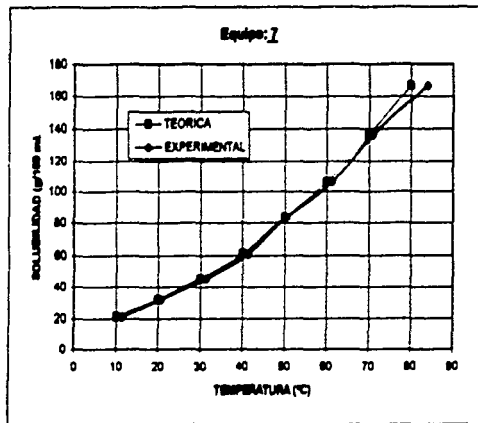
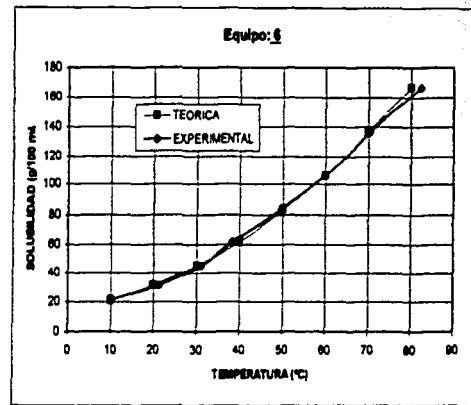
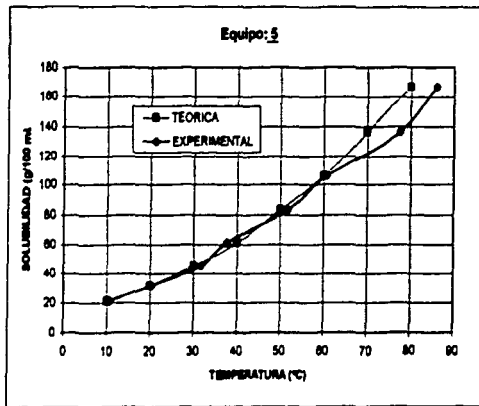
		TEMPERATURAS EXPERIMENTALES												SOLUB. g en 100 mL
		GAVETAS												
SOLUC.	TEMP. TEORICA	1 0	2 0	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	10	11.3	9.7	9.3	10.0	10.7	10.0	11.3	10.0	9.5	10.5	10.3	10.0	21.2
B	20	20.7	21.0	21.7	20.7	20.3	21.3	20.7	19.7	21.7	21.0	19.0	21.3	31.6
C	30	31.3	28.7	30.7	30.0	31.7	31.0	31.3	31.7	30.7	29.0	31.7	30.0	45.3
D	40	41.3	40.0	38.3	38.3	37.7	38.3	41.3	37.7	38.3	38.3	37.7	39.3	61.3
E	50	50.3	49.7	48.7	49.7	51.7	49.7	50.3	51.7	48.7	50.3	51.7	50.3	83.6
F	60	61.3	61.3	60.0	60.0	60.7	60.0	61.3	60.7	60.0	61.0	60.7	60.0	106.0
G	70	71.0	70.7	71.3	70.3	77.7	70.3	71.0	77.7	71.3	71.0	77.7	70.3	136.5
H	80	83.7	84.7	86.3	80.0	86.0	82.3	84.0	86.7	86.7	83.7	88.3	79.7	167.0
EQUIPOS:	→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

VI. Resultados experimentales: I encera parte

PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 96-2



PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 96-2



PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 96-2

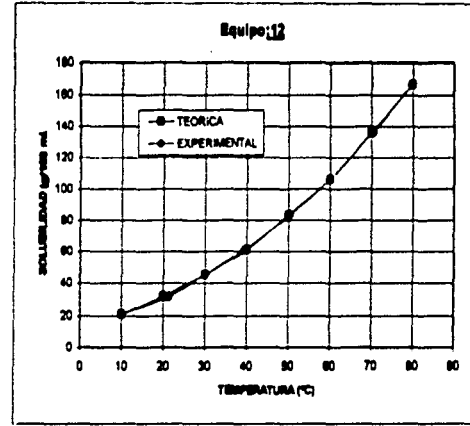
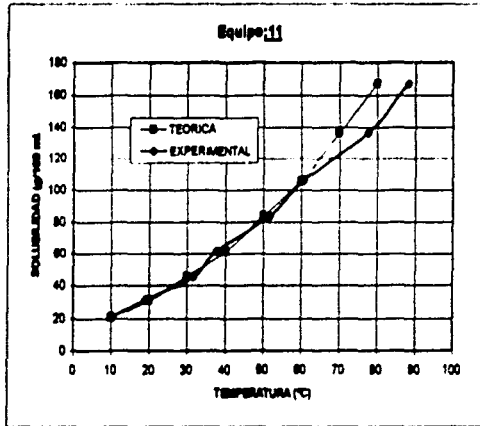
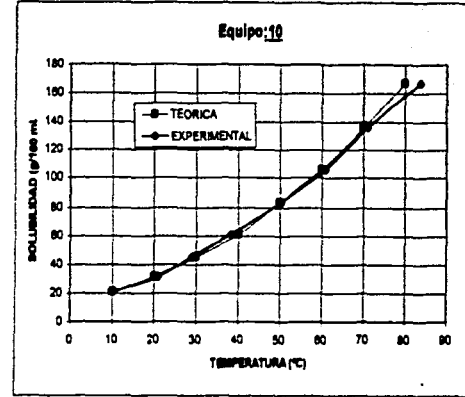
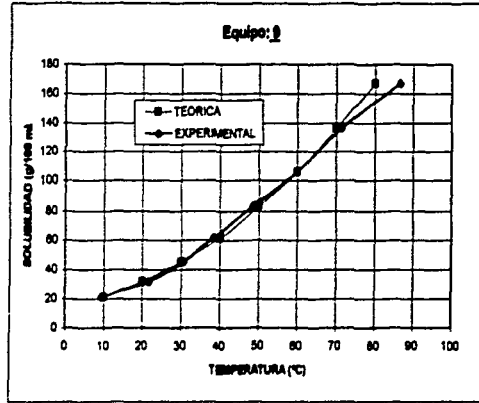


TABLA DE RESULTADOS: " SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2"

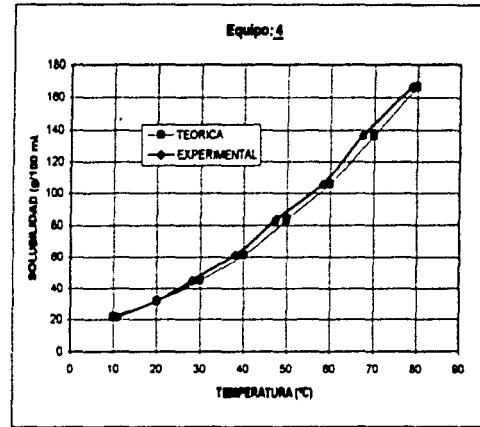
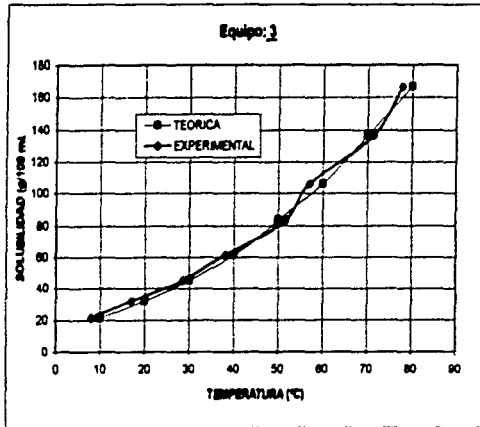
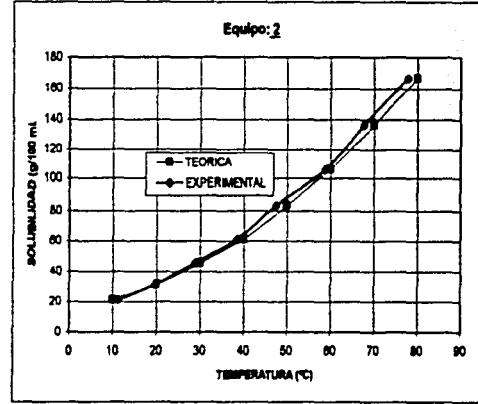
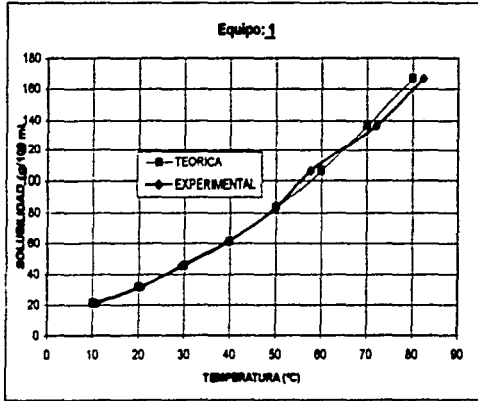
**PROBLEMA** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

		TEMPERATURAS EXPERIMENTALES									
		GAVETAS									
SÓLUC.	TEMP. TEORICA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SOLUB. g en 100 mL
A	10	10.8	11.3	8.0	11.0	8.4	7.7	10.3	7.3	10.3	21.2
B	20	20.7	19.8	17.0	20.0	17.2	22.7	24.0	22.0	21.3	31.6
C	30	29.3	28.8	28.7	28.3	34.7	35.7	28.0	27.3	30.7	45.3
D	40	39.7	38.5	38.0	38.0	38.7	37.7	44.7	38.7	40.7	61.3
E	50	50.0	47.5	51.7	47.5	47.3	51.3	47.3	45.3	52.0	83.6
F	60	57.7	58.8	57.0	58.3	53.7	57.3	57.0	58.0	53.7	106.0
G	70	72.0	67.7	71.3	67.5	70.7	67.3	70.0	64.0	64.3	136.5
H	80	82.3	77.8	77.8	78.8	77.7	88.3	82.7	77.3	82.0	167.0

EQUIPOS: →      1      2      3      4      5      6      7      8      9

VI. Resultados experimentales: Tercera parte

PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 98-1



PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 98-1

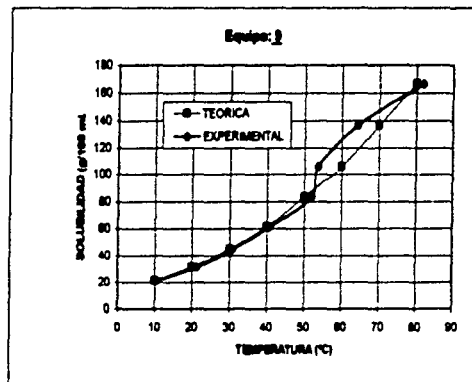
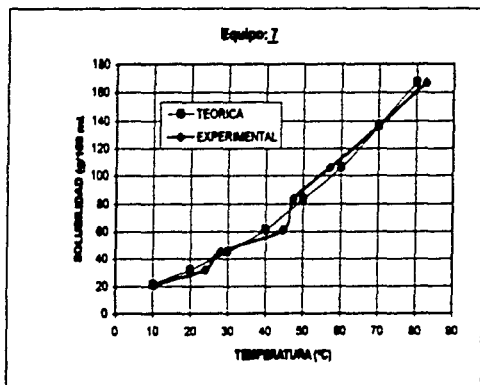
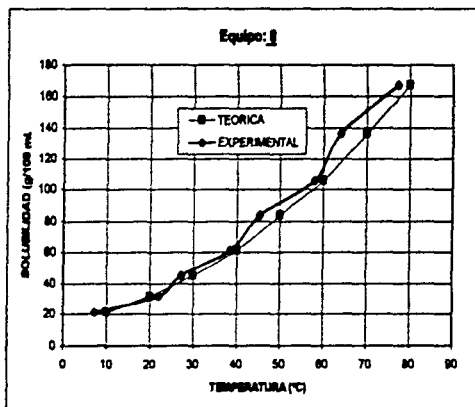
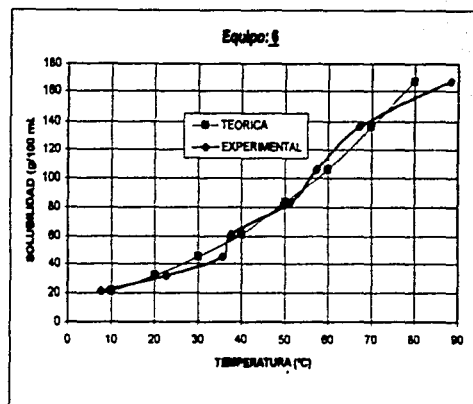
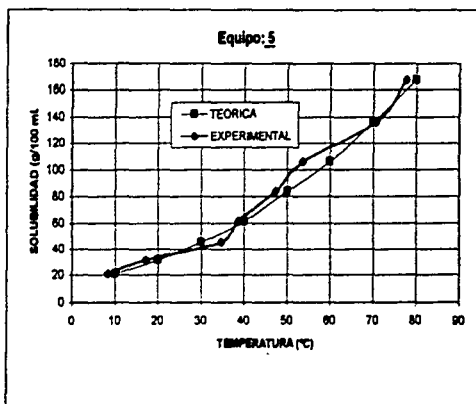




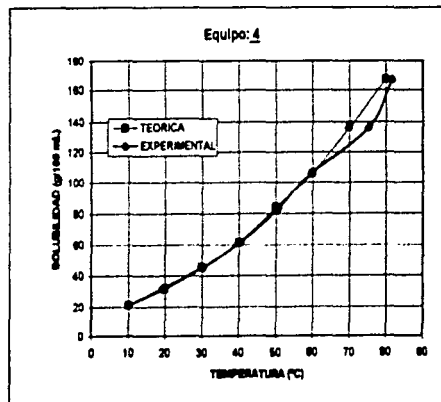
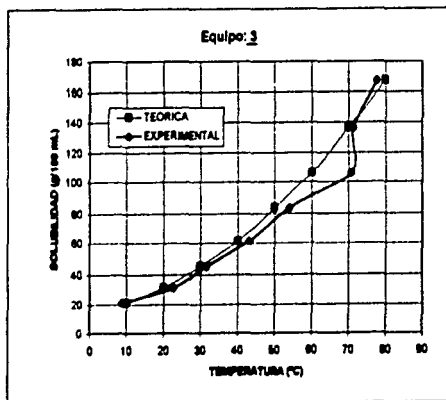
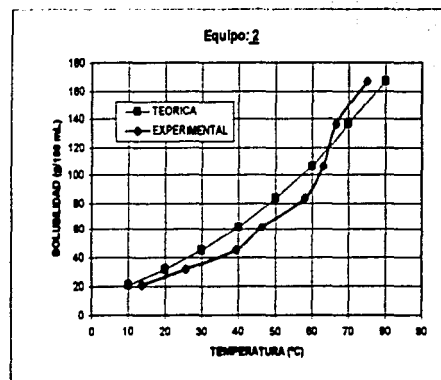
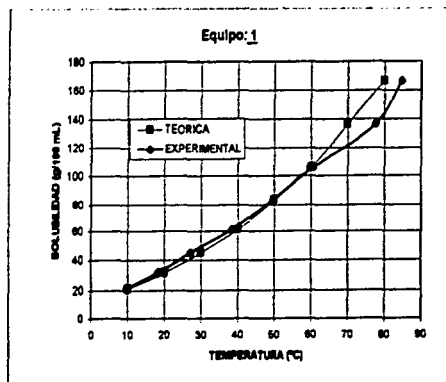
TABLA DE RESULTADOS: " SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2"

**PROBLEMA 2:** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

		TEMPERATURAS EXPERIMENTALES									
		GAVETAS									
SOLUC.	TEMP. TEORICA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	SOLUB. g en 100 mL
A	10	9.7	13.7	8.7	10.0	9.7	9.7	9.7	8.0	7.3	21.2
B	20	18.3	25.7	22.7	19.3	14.7	22.3	18.7	17.7	17.3	31.6
C	30	27.3	39.3	31.7	30.3	26.3	32.7	26.7	29.7	27.0	45.3
D	40	38.3	46.3	43.0	40.3	35.0	44.0	35.0	36.7	36.7	61.3
E	50	49.7	58.0	54.0	50.7	50.7	51.7	50.7	50.0	45.3	83.6
F	60	60.7	63.0	70.7	59.7	59.7	63.7	63.3	60.0	56.7	106.0
G	70	77.7	66.7	71.3	75.3	70.7	72.7	73.7	74.3	64.3	136.5
H	80	84.7	75.0	77.7	81.7	84.7	85.3	82.3	82.3	82.0	167.0

EQUIPOS: → 1 2 3 4 5 6 7 8 9

PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 98-2



PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 98-2

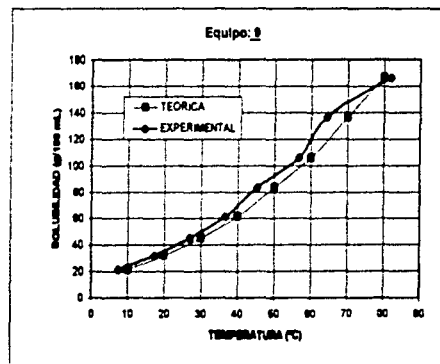
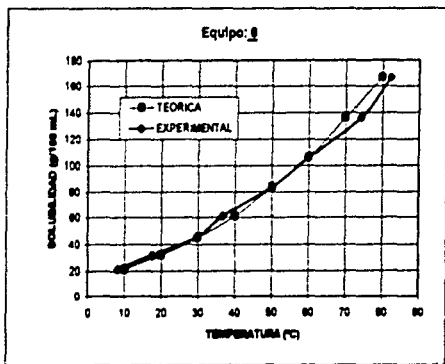
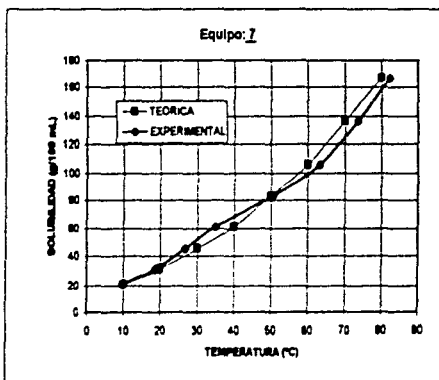
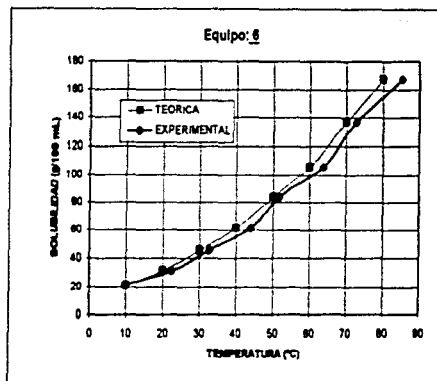
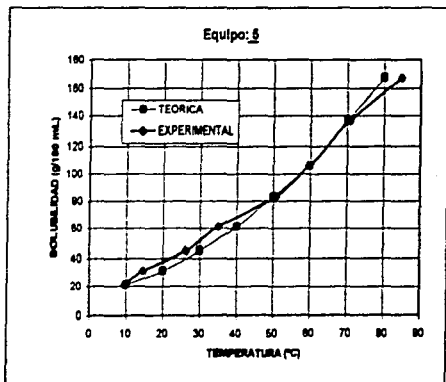


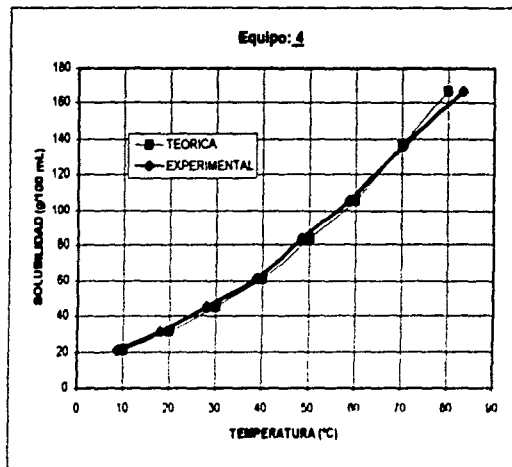
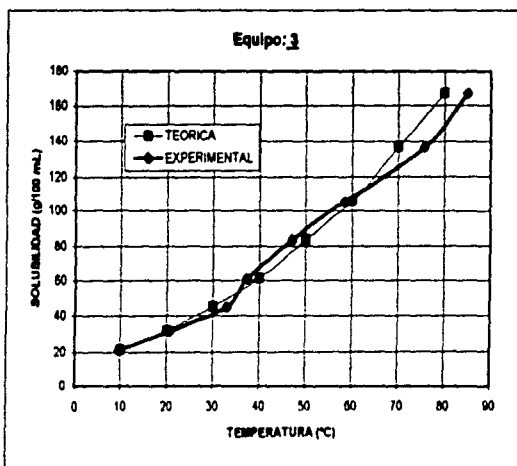
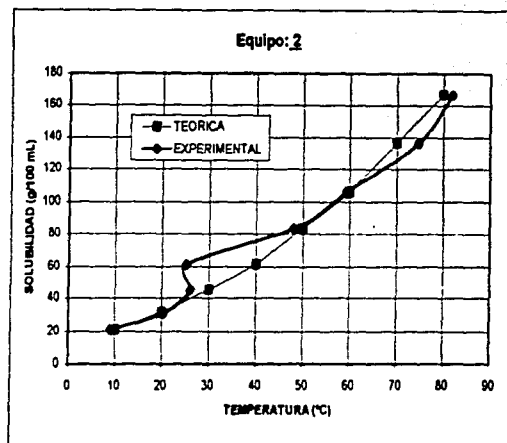
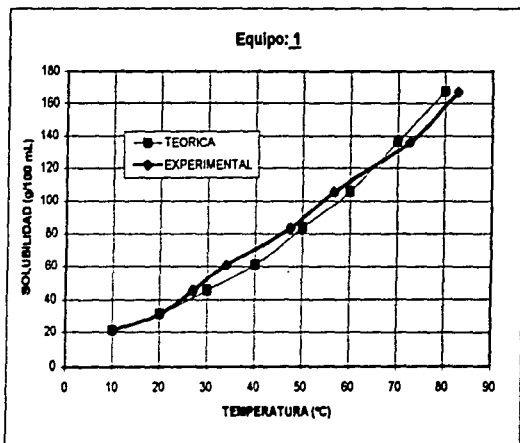
TABLA DE RESULTADOS: \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2\*

**PROBLEMA 2:** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

		TEMPERATURAS EXPERIMENTALES						
		GAVETAS						
SÓLUC.	TEMP. TEORICA	1	2	3	4	5	6	SÓLUB. g en 100 mL
A	10	10.0	9.0	9.7	8.7	9.0	9.0	21.2
B	20	20.0	20.3	20.7	18.0	19.3	21.7	31.6
C	30	27.0	26.0	33.0	28.0	26.7	30.7	45.3
D	40	34.0	25.0	37.3	38.7	37.0	38.0	61.3
E	50	47.3	48.0	47.0	48.3	47.0	45.0	83.6
F	60	56.7	59.3	58.3	58.7	57.0	56.0	106.0
G	70	72.7	74.7	75.7	70.3	68.3	68.3	136.5
H	80	82.7	82.0	85.0	83.3	86.7	84.7	167.0

EQUIPOS: → 1 2 3 4 5 6 7

PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 99-1



PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 99-1

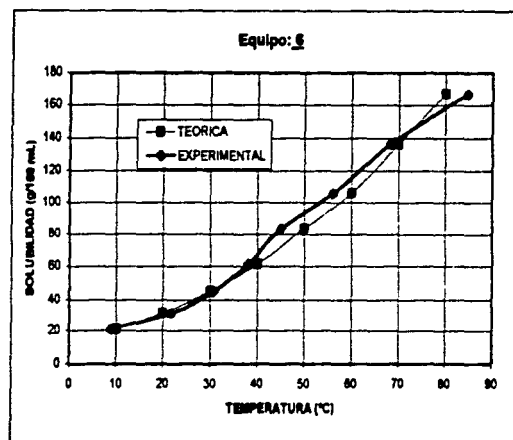
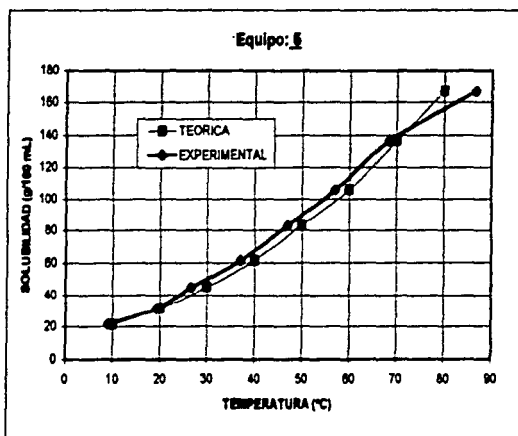


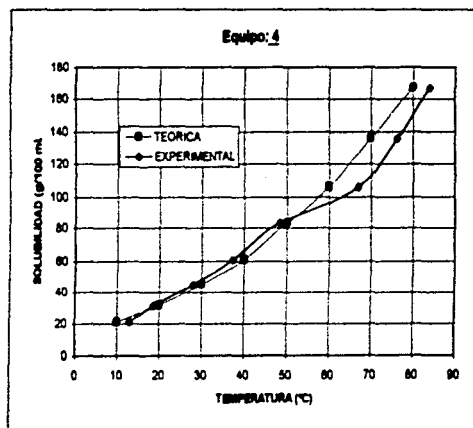
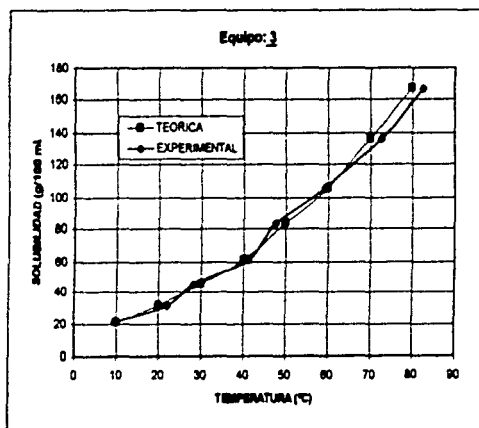
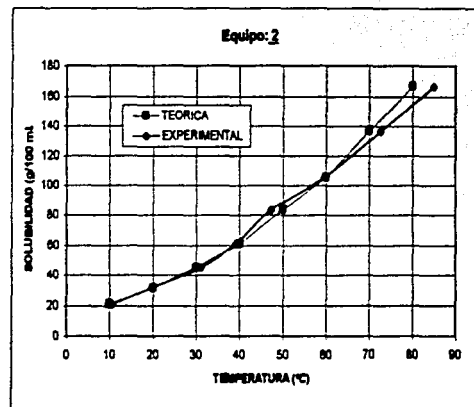
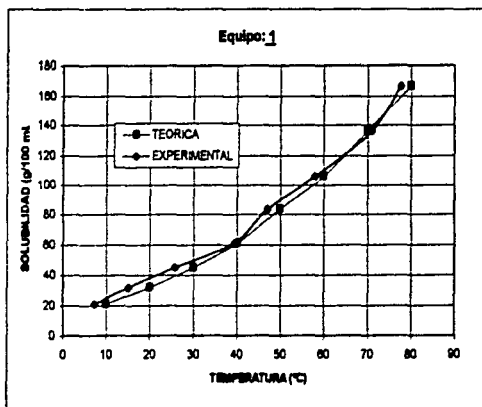
TABLA DE RESULTADOS: \* SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2\*

**PROBLEMA 2:** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

		TEMPERATURAS EXPERIMENTALES													SÓLUB. g en 100 mL
		GAVETAS													
SOLUC.	TEMP. TEORICA	1 0	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A	10	7.3	10.7	9.7	13.0	9.7	12.7	12.3	9.3	10.3	11.0	9.7	14.3	8.3	21.2
B	20	15.0	19.7	22.0	18.7	22.3	19.7	20.3	17.0	20.3	18.7	21.0	18.7	23.0	31.6
C	30	25.7	31.0	28.3	28.0	33.0	31.3	31.7	26.7	30.0	30.3	28.3	28.0	33.3	45.3
D	40	39.3	39.0	41.0	37.3	42.3	38.0	37.7	36.3	41.7	38.7	41.0	37.3	44.3	61.3
E	50	47.0	47.3	47.7	48.3	47.0	46.0	48.7	47.7	47.0	46.7	47.7	48.3	52.0	83.6
F	60	58.0	59.7	59.3	67.0	66.7	63.7	61.3	56.3	59.7	60.7	59.3	67.0	66.0	106.0
G	70	71.0	72.7	72.7	76.3	72.3	72.7	72.3	70.7	71.0	71.0	72.7	76.3	73.7	136.5
H	80	77.7	85.0	82.7	84.0	84.7	82.7	83.0	85.0	78.3	78.7	82.7	84.0	82.3	167.0
EQUIPOS:	→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	

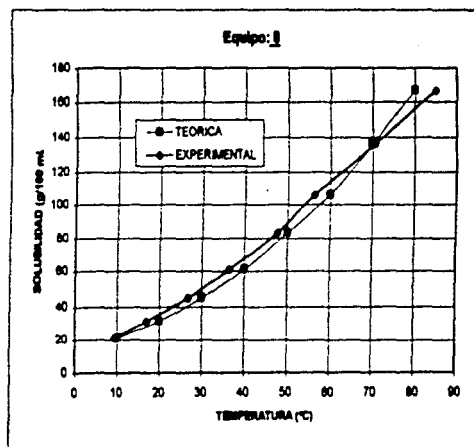
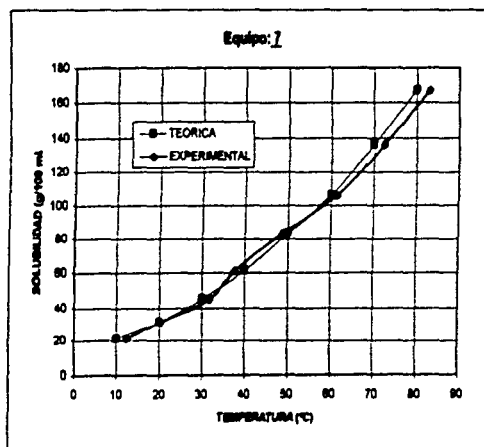
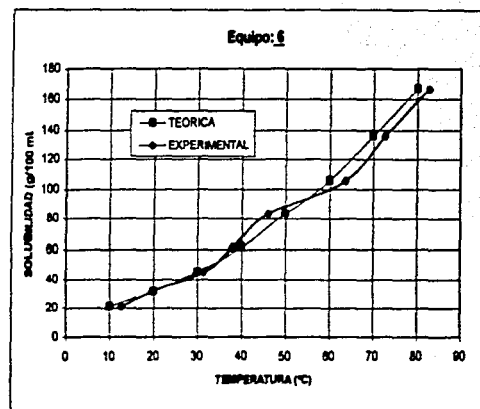
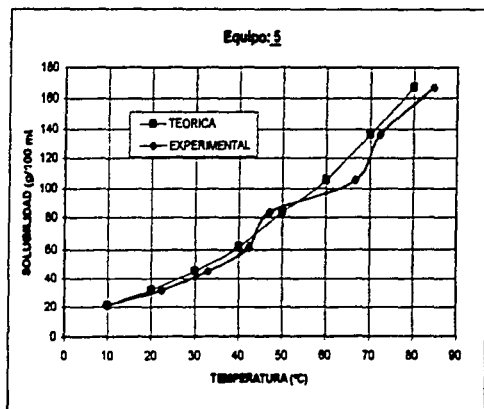
VI. Resultados experimentales: Tercera parte

PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 99-2





PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 99-2



PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 99-2

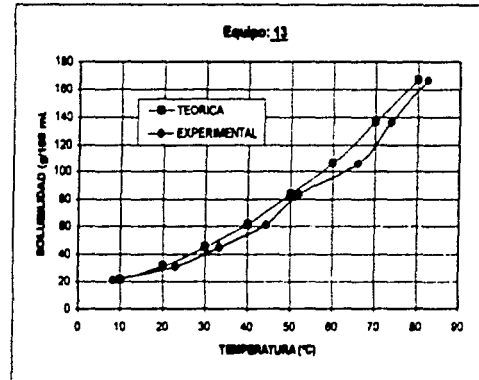
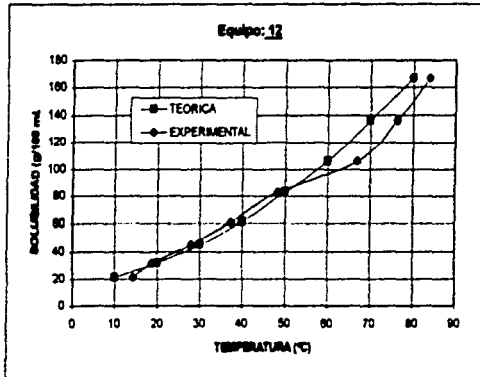
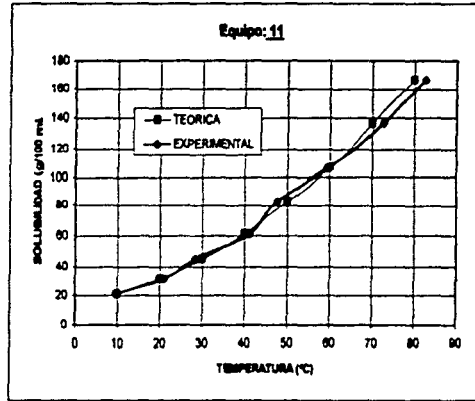
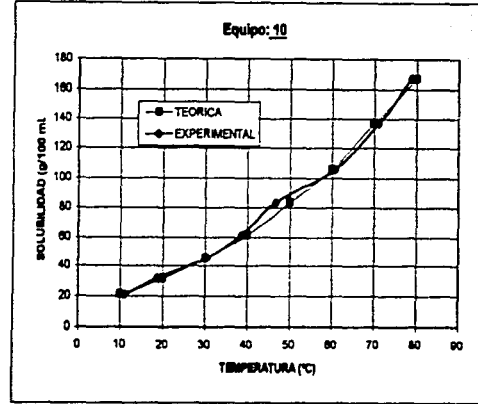
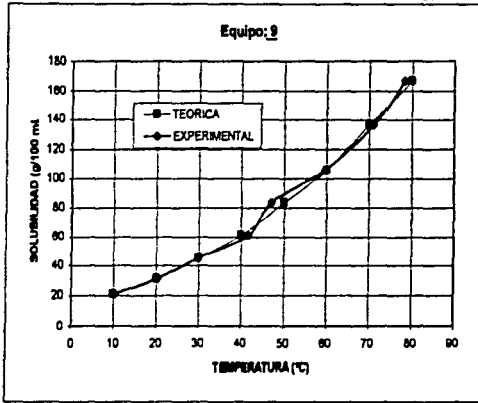


TABLA DE RESULTADOS: " SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2"

**PROBLEMA 2:** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

		TEMPERATURAS EXPERIMENTALES				
		GAVETAS				
SÓLUC.	TEMP. TEORICA	1	2	3	4	SÓLUB. g en 100 mL
A	10	9.7	7.7	8.0	8.3	21.2
B	20	19.7	18.3	14.7	19.7	31.6
C	30	30.3	30.3	27.3	29.7	45.3
D	40	39.0	40.0	29.3	39.7	61.3
E	50	49.3	50.7	51.3	48.0	83.6
F	60	58.3	64.3	57.3	57.0	106.0
G	70	71.7	65.0	69.7	69.7	136.5
H	80	77.7	80.3	73.0	85.7	167.0

EQUIPOS: → 1 2 3 4

VI. Resultados experimentales: Tercera parte

PROBLEMA 2. Gráficas por equipo. Semestre 00-2.

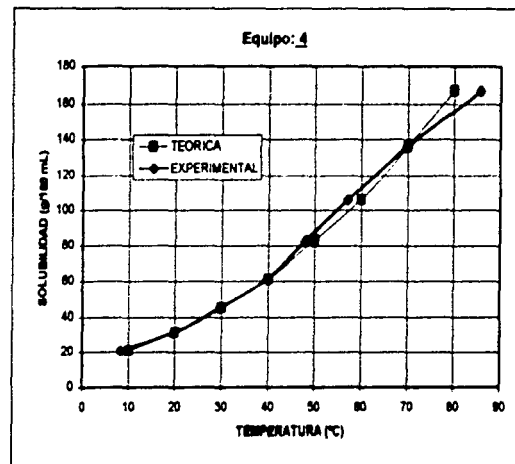
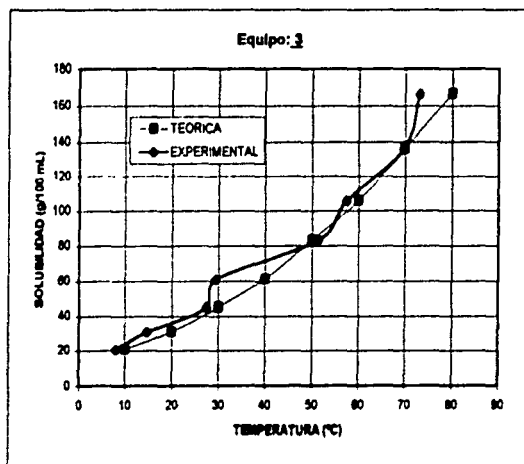
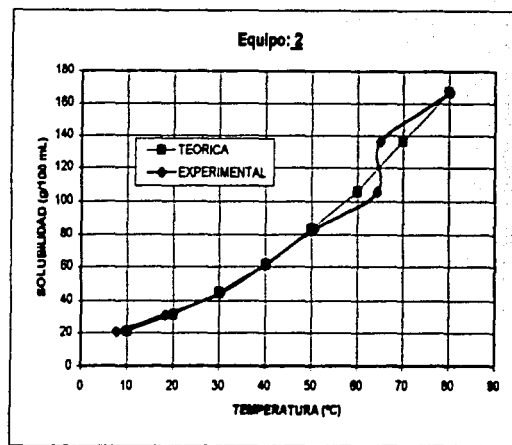
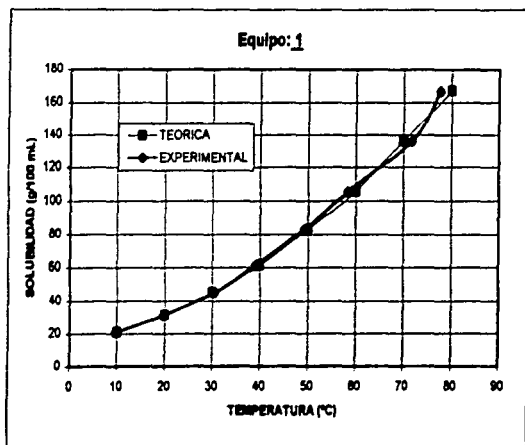


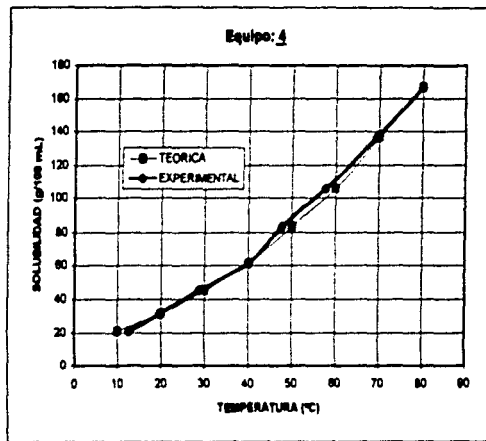
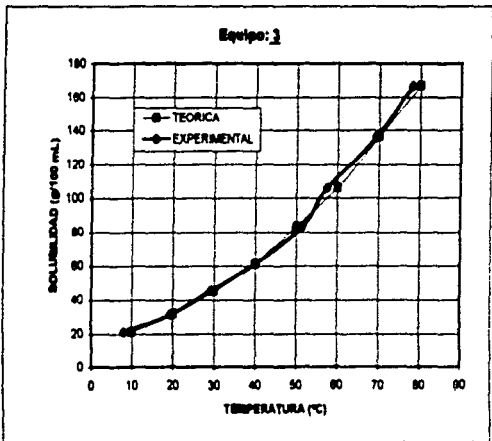
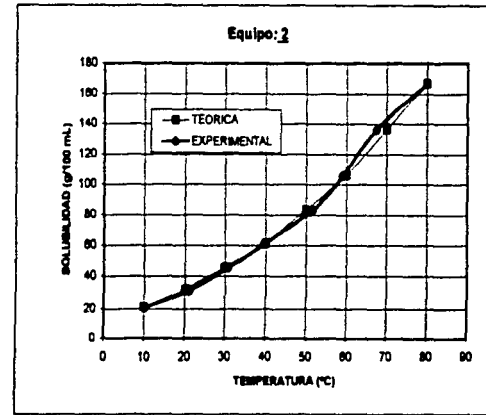
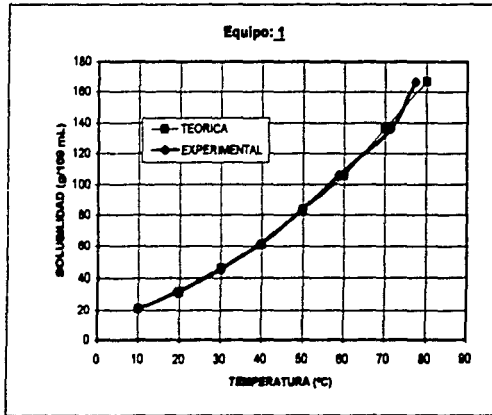
TABLA DE RESULTADOS: " SOLUBILIDAD, PROBLEMA 2"

**PROBLEMA 2:** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25, 35 y 45 °C?

		TEMPERATURA EXPERIMENTAL					
		GAVETAS					
SOLUC.	TEMP. TEORICA	1	2	3	6	SOLUB. g en 100 mL	
A	10	10.0	10.0	8.0	12.7	21.2	
B	20	19.3	21.0	19.3	19.7	31.6	
C	30	30.0	30.7	29.0	28.7	45.3	
D	40	39.3	39.7	40.0	40.0	61.3	
E	50	49.7	51.7	51.3	47.7	83.6	
F	60	58.7	59.0	57.3	57.7	106.0	
G	70	71.3	67.3	69.3	69.3	136.5	
H	80	77.3	80.0	78.0	80.0	167.0	

EQUIPOS: → 1 2 3 4

Problema 2. Gráfica por equipo. Semestre 02-2



ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

VI. Resultados experimentales: Tercera parte

TABLA DE RESULTADOS "SOLUBILIDAD PROBLEMA 2"

ESTA TABLA ADQUIRIRÁ SUS VALORES AUTOMÁTICAMENTE

TEMPERATURA (°C)		SOLUBILIDAD
TEÓRICA	PROM. GPO.	g en 100 mL
10	10.97	21.2
20	20.72	31.6
30	30.64	45.3
40	40.56	61.3
50	50.72	83.6
60	60.92	106.0
70	72.26	135.5
80	82.97	167.0

**NOTA:** Los valores de esta tabla se asignarán automáticamente al llenar la tabla "SOLUBILIDAD, PROB.2"

Esta tabla no deberá ser modificada en ningún caso.

## PROBLEMA 2. Promedio por grupo.

Valores promedio de temperatura

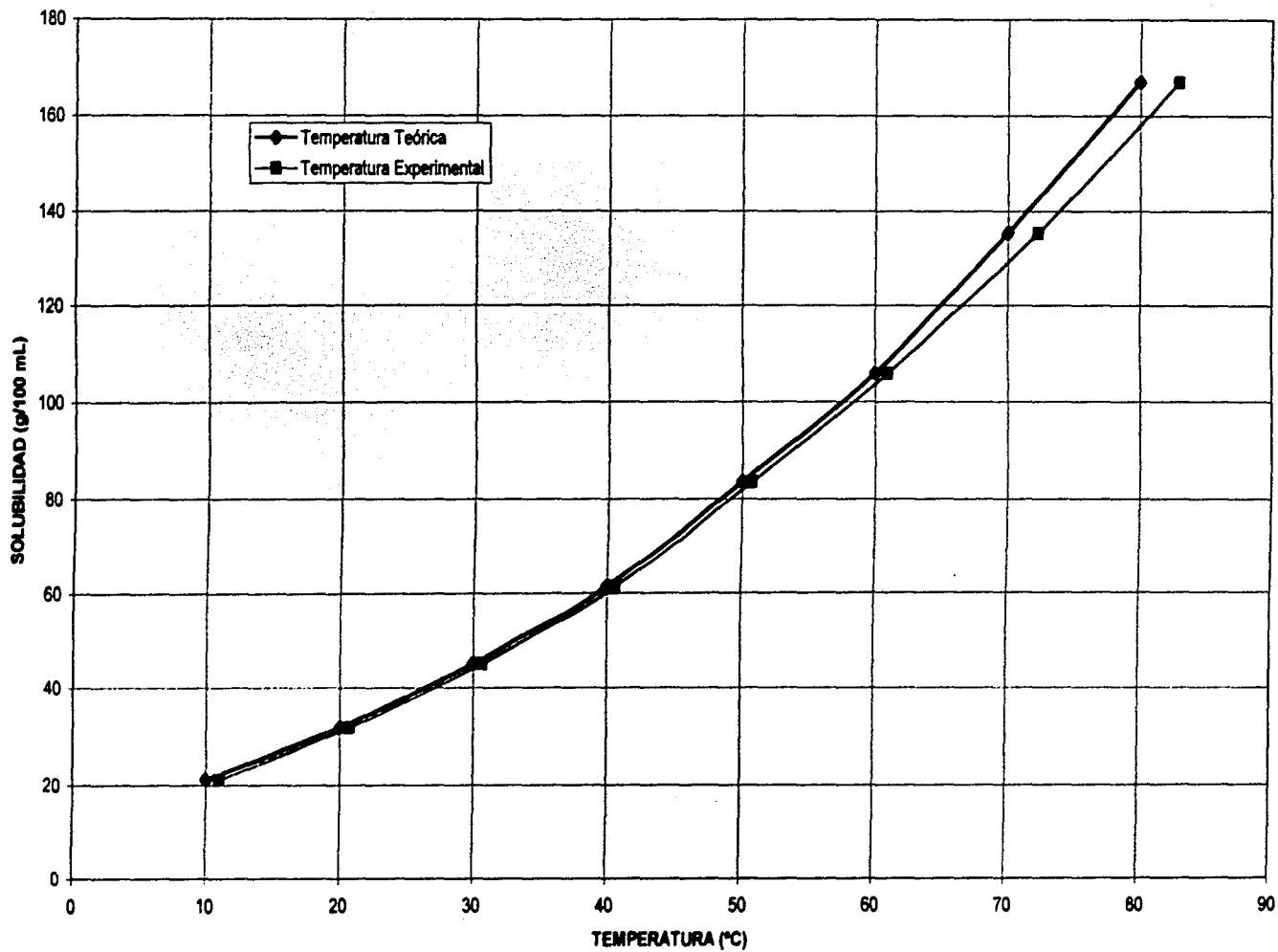




TABLA DE RESULTADOS "SOLUBILIDAD PROBLEMA 2"

ESTA TABLA ADQUIRIRÁ SUS VALORES AUTOMÁTICAMENTE

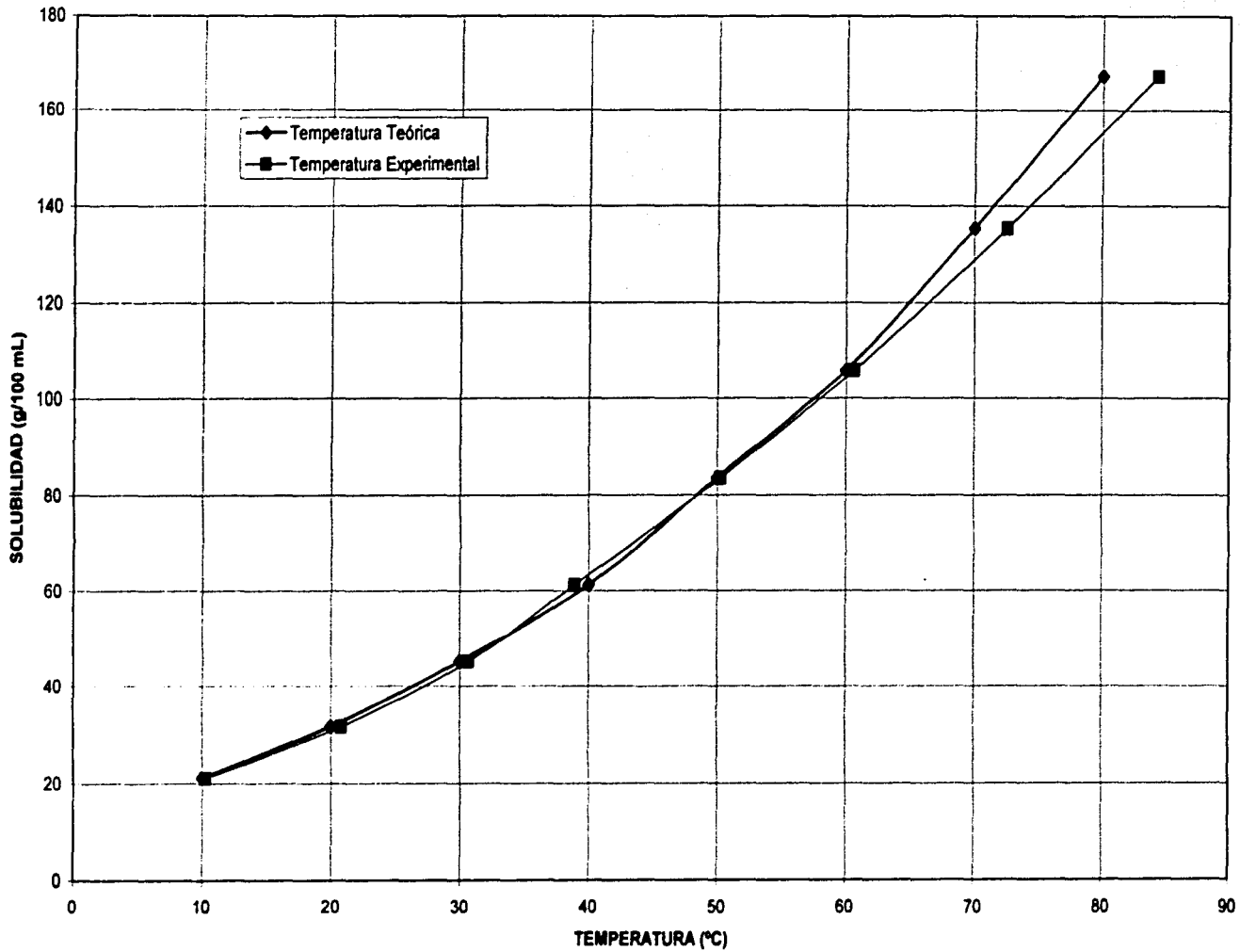
TEMPERATURA (°C)		SOLUBILIDAD
TEORICA	PROM. GPO.	g en 100 mL
10	10.22	21.2
20	20.78	31.6
30	30.64	45.3
40	38.89	61.3
50	50.22	83.6
60	60.58	106.0
70	72.53	135.5
80	84.33	167.0

**NOTA:** Los valores de esta tabla se asignarán automáticamente al llenar 'la tabla "SOLUBILIDAD, PROB.2"

Esta tabla no deberá ser modificada en ningún caso.

## PROBLEMA 2. Promedio por grupo

Valores promedio de temperatura



SEMESTRE 96-2

TABLA DE RESULTADOS "SOLUBILIDAD PROBLEMA 2"

ESTA TABLA ADQUIRIRÁ SUS VALORES AUTOMÁTICAMENTE

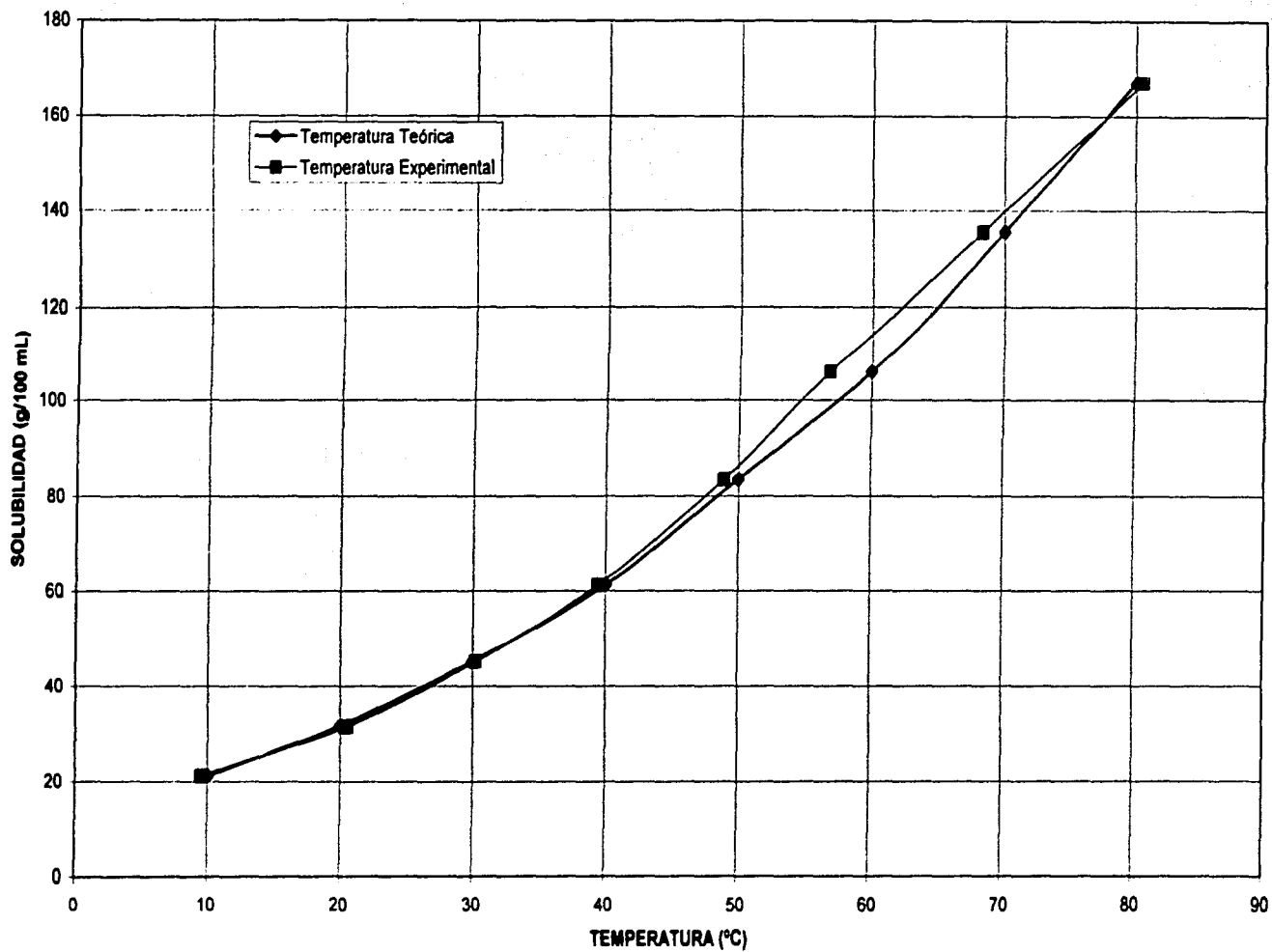
TEMPERATURA (°C)		SOLUBILIDAD
TEÓRICA	PROM. GPO.	g en 100 mL
10	9.47	21.2
20	20.52	31.6
30	30.17	45.3
40	39.39	61.3
50	48.89	83.6
60	56.83	106.0
70	68.31	135.5
80	80.54	167.0

**NOTA:** Los valores de esta tabla se asignarán automáticamente al llenar 'la tabla "SOLUBILIDAD, PROB.2"

Esta tabla no deberá ser modificada en ningún caso.

## PROBLEMA 2. Promedio por grupo

Valores promedio de temperatura



SEMESTRE 98-1

TABLA DE RESULTADOS "SOLUBILIDAD PROBLEMA 2"

ESTA TABLA ADQUIRIRÁ SUS VALORES AUTOMÁTICAMENTE

TEMPERATURA (°C)		SOLUBILIDAD g en 100 mL
TEÓRICA	PROM. GPO.	
10	9.59	21.2
20	19.63	31.6
30	30.11	45.3
40	39.48	61.3
50	51.19	83.6
60	61.93	106.0
70	71.85	135.5
80	81.74	167.0

**NOTA:** Los valores de esta tabla se asignarán automáticamente al llenar 'la tabla "SOLUBILIDAD, PROB.2"

Esta tabla no deberá ser modificada en ningún caso.

## PROBLEMA 2. Promedio por grupo

Valores promedio de temperatura

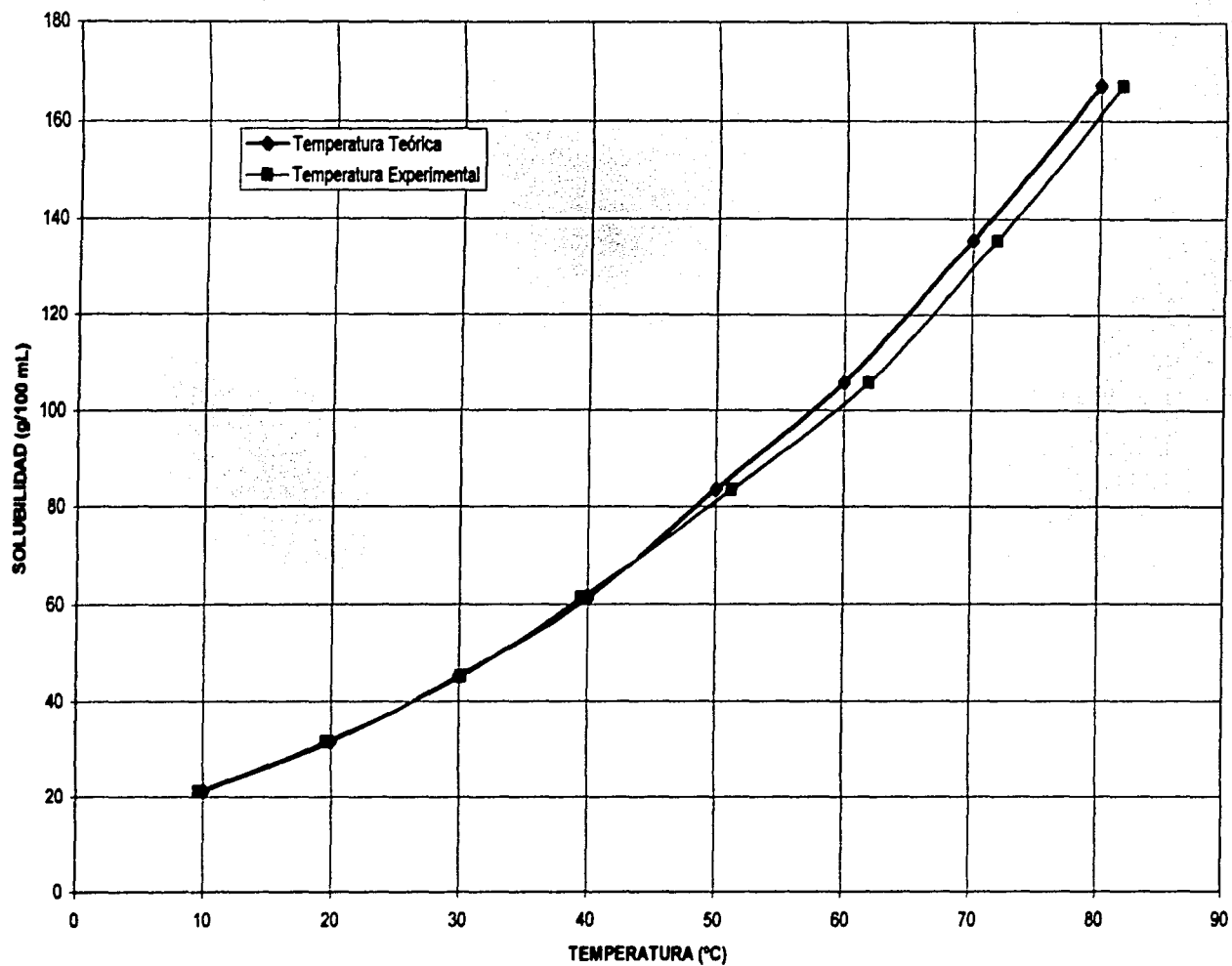


TABLA DE RESULTADOS "SOLUBILIDAD PROBLEMA 2"

ESTA TABLA ADQUIRIRÁ SUS VALORES AUTOMÁTICAMENTE

TEMPERATURA (°C)		SOLUBILIDAD
TEÓRICA	PROM. GPO.	g en 100 mL
10	9.22	21.2
20	20.00	31.6
30	28.56	45.3
40	35.00	61.3
50	47.11	83.6
60	57.67	106.0
70	71.67	135.5
80	84.06	167.0

**NOTA:** Los valores de esta tabla se asignarán automáticamente al llenar la tabla "SOLUBILIDAD, PROB.2"

Esta tabla no deberá ser modificada en ningún caso.

## PROBLEMA 2. Promedio por grupo.

Gráfica con valores promedio de temperatura

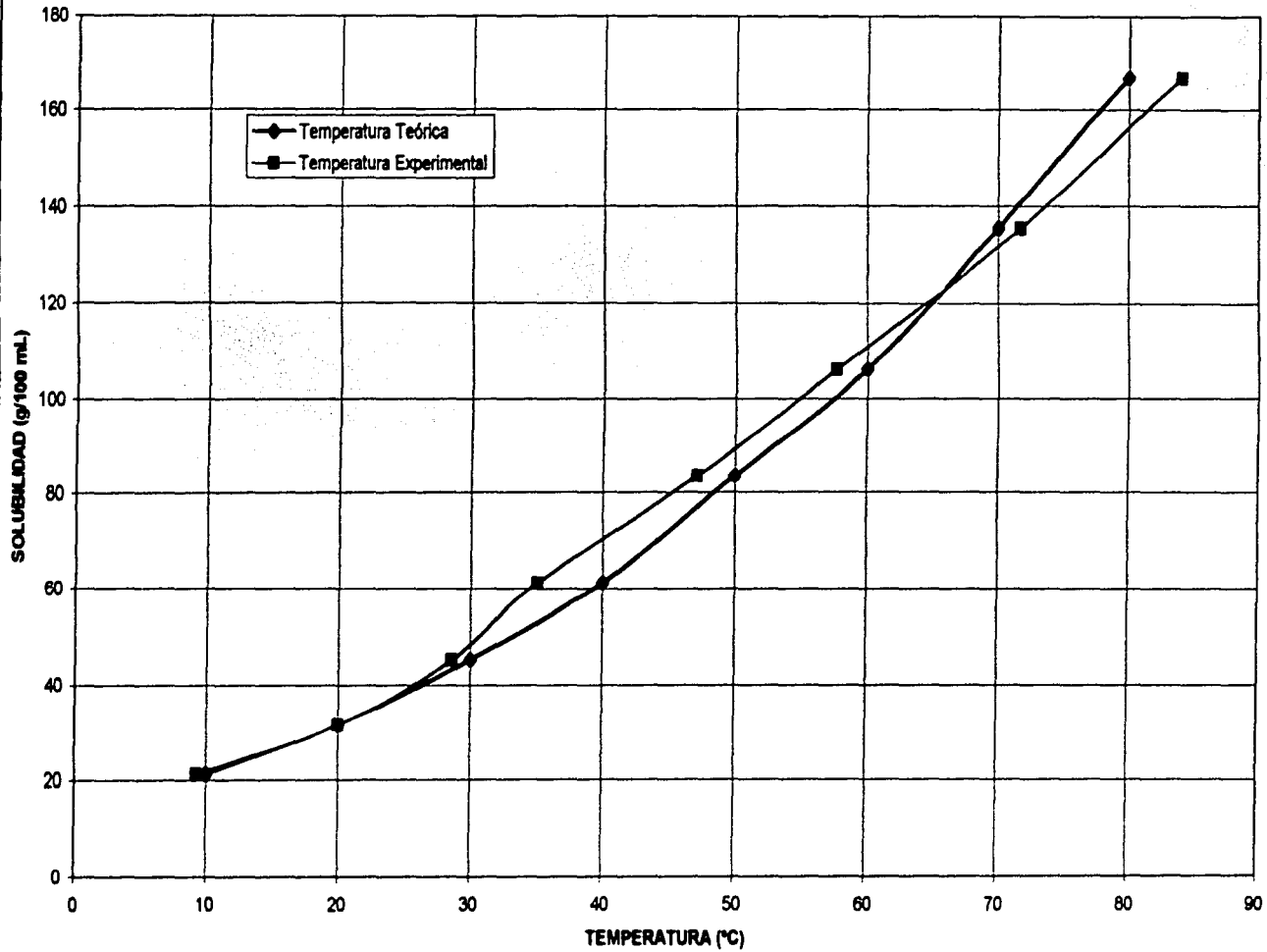




TABLA DE RESULTADOS "SOLUBILIDAD PROBLEMA 2"

ESTA TABLA ADQUIRIRÁ SUS VALORES AUTOMÁTICAMENTE

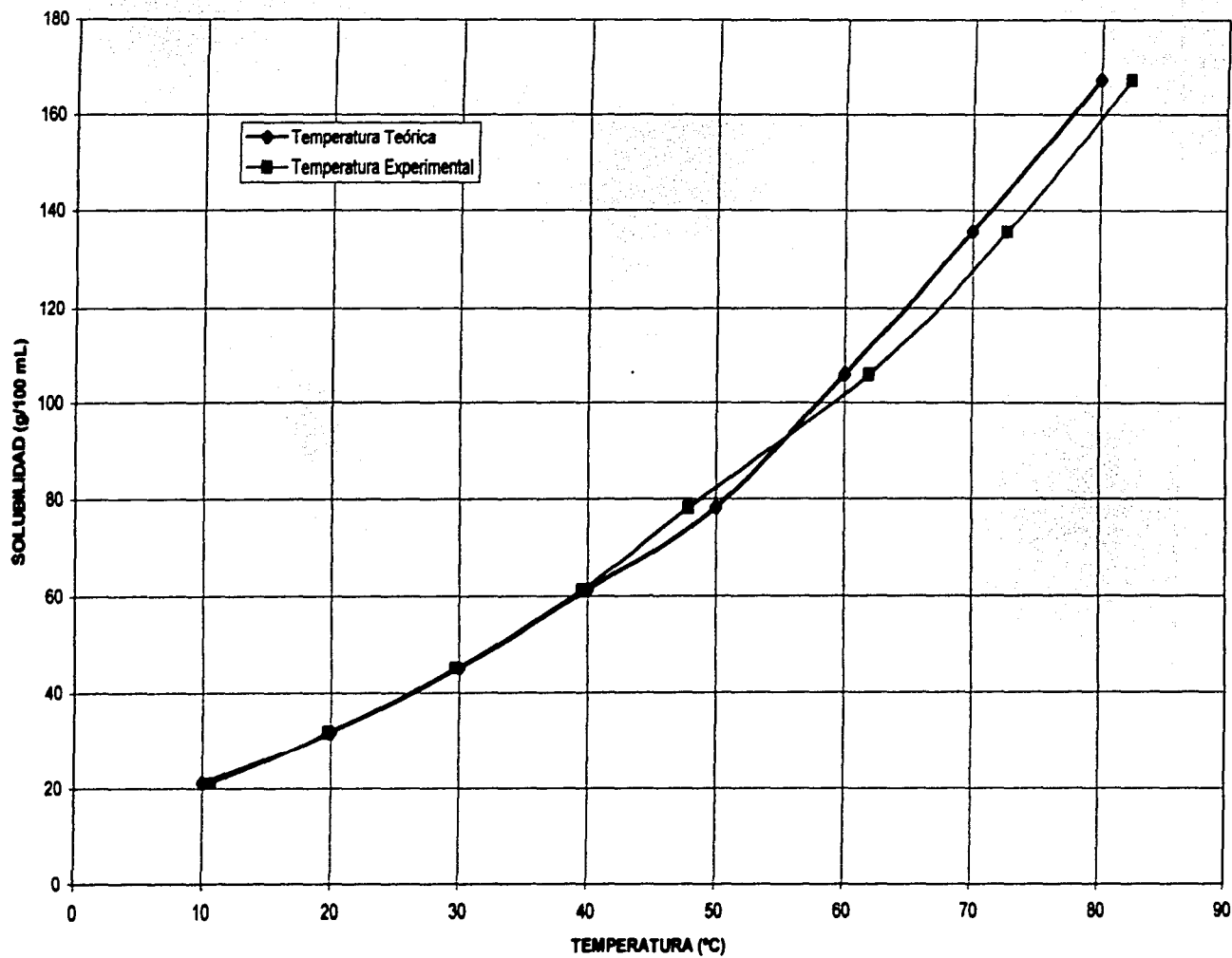
TEMPERATURA (°C)		SOLUBILIDAD
TEÓRICA	PROM. GPO.	g en 100 mL
10	10.64	21.2
20	19.79	31.6
30	29.67	45.3
40	39.54	61.3
50	47.79	78.2
60	61.90	106.0
70	72.72	135.5
80	82.36	167.0

**NOTA:** Los valores de esta tabla se asignarán automáticamente al llenar la tabla "SOLUBILIDAD, PROB.2"

Esta tabla no deberá ser modificada en ningún caso.

## PROBLEMA 2. Promedio por grupo.

Valores promedio de temperatura



SEMESTRE 99-2

TABLA DE RESULTADOS "SOLUBILIDAD PROBLEMA 2"

ESTA TABLA ADQUIRIRÁ SUS VALORES AUTOMÁTICAMENTE

TEMPERATURA (°C)		SOLUBILIDAD g en 100 mL
TEÓRICA	PROM. GPO.	
10	8.42	21.2
20	18.08	31.6
30	29.42	45.3
40	37.00	61.3
50	49.83	83.6
60	59.25	106.0
70	69.00	135.5
80	79.17	167.0

**NOTA:** Los valores de esta tabla se asignarán automáticamente al llenar 'la tabla "SOLUBILIDAD, PROB.2"

Esta tabla no deberá ser modificada en ningún caso.

## PROBLEMA 2. Promedio por grupo

Valores promedio de temperatura

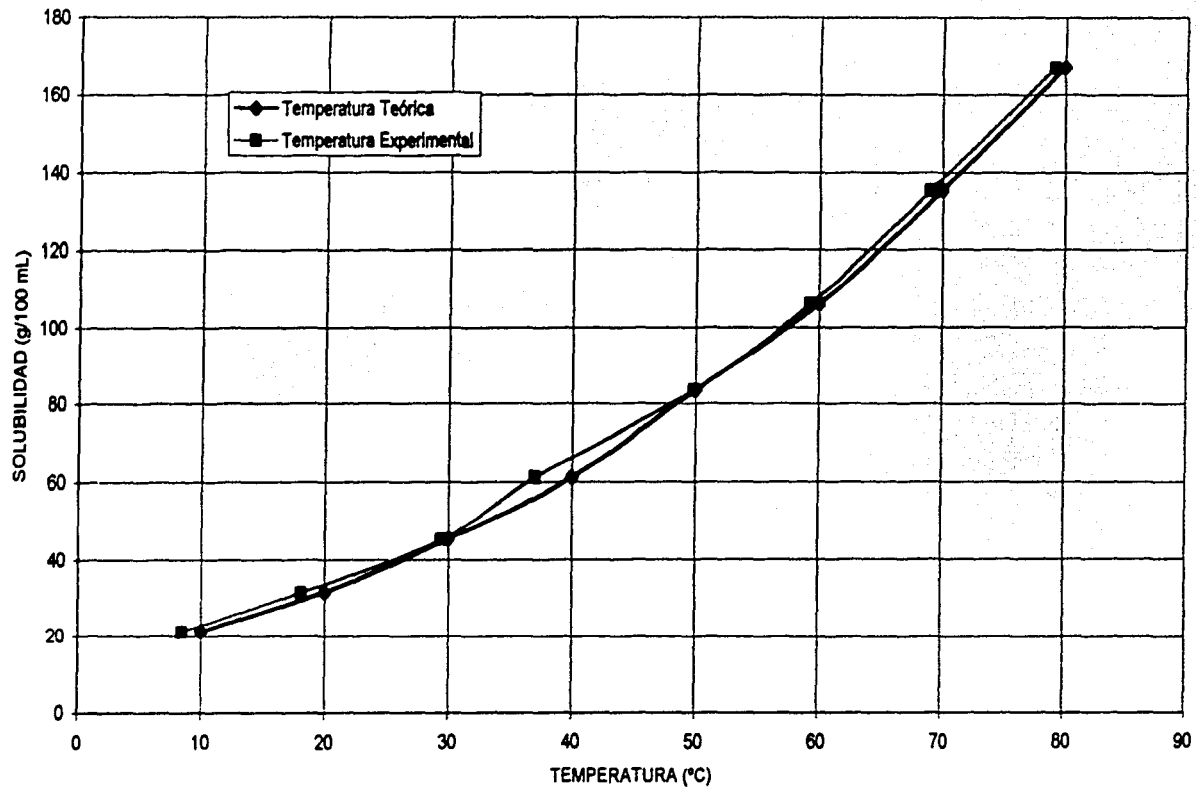


TABLA DE RESULTADOS "SOLUBILIDAD PROBLEMA 2"

ESTA TABLA ADQUIRIRÁ SUS VALORES AUTOMÁTICAMENTE

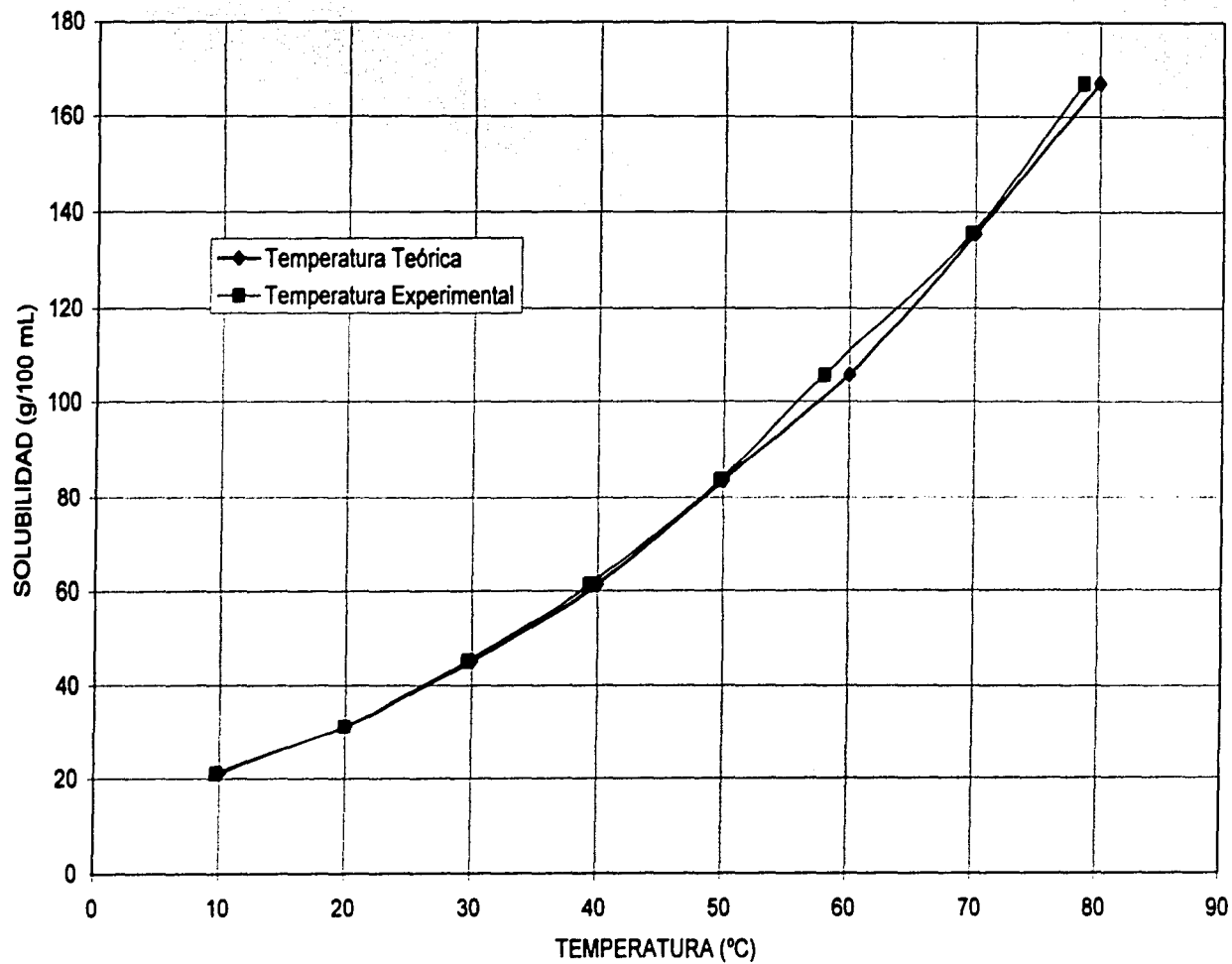
TEMPERATURA (°C)		SOLUBILIDAD g en 100 mL
TEÓRICA	PROM. GPO.	
10	9.72	21.2
20	19.89	31.6
30	29.67	45.3
40	39.33	61.3
50	49.72	83.6
60	58.00	106.0
70	69.67	135.5
80	78.67	167.0

**NOTA:** Los valores de esta tabla se asignarán automáticamente al llenar la tabla "SOLUBILIDAD, PROB.2"

Esta tabla no deberá ser modificada en ningún caso.

## PROBLEMA 2. Promedio por grupo

Valores promedio de temperatura



## VII ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados presentados en el capítulo anterior fueron obtenidos por alumnos de diferentes semestres en los que se ha trabajado la práctica de solubilidad. En semestres nones se trabaja con alumnos de nuevo ingreso y en semestres pares con alumnos repetidores. La práctica fue diseñada para obtener resultados adecuados en cualquier caso y el libro de Excel ha permitido hacer el seguimiento y la validación del guión experimental.

El análisis de los resultados promedio que han obtenido aproximadamente 200 alumnos a lo largo de ocho semestres se presentan a continuación.

**Problema 1.** Determine a que temperatura se inicia la cristalización de las siguientes disoluciones:

A: 0.613 g de  $\text{KNO}_3$  en 1 mL de agua.

B: 1,226 g de  $\text{KNO}_3$  en 2 mL de agua.

C: 3.065 g de  $\text{KNO}_3$  en 5 mL de agua.

Las temperaturas promedio de los semestres en estudio se presentan en la tabla: VII.1

Tabla VII.1. Temperaturas promedio obtenidas.

Semestres	Temperatura promedio A	Temperatura promedio B	Temperatura promedio C
96-1	38.9	39.4	40.0
96-2	40.1	40.4	40.0
98-1	39.2	38.6	38.6
98-2	38.8	39.0	38.4
99-1	37.7	38.0	38.1
99-2	39.5	38.6	38.8
00-2	39	38.4	38.5
02-2	37.7	38.4	38.9
Prom	38.9	38.9	38.9

El resultado del promedio de los semestres en estudio es:

Temperatura A: 38.9 °C

Temperatura B: 38.9 °C

Temperatura C: 38.9 °C

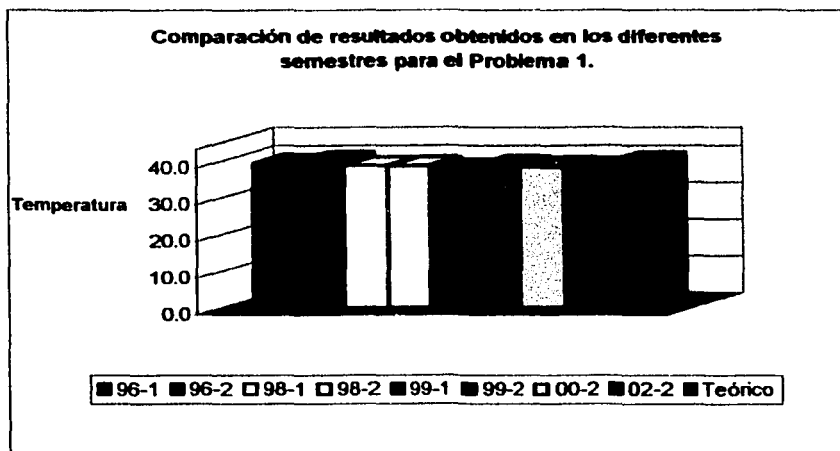
1. La temperatura que se espera obtener en el problema 1 para cada uno de las disoluciones A, B y C debe ser la misma, 40°C, ya que se trabaja con volúmenes diferentes de disoluciones de la misma concentración, de 61.3 g en 100 mL. El valor promedio obtenido en cada semestre se presenta en la tabla VII.2. en la gráfica VII.2 se puede ver que el valor experimental obtenido es muy similar al informado en la literatura. Esto se confirma al analizar la gráfica VII.3 en la que ve que el mayor porcentaje de error es de 5.

Tabla VII.2. Resultados experimentales promedio para el problema 1.

Semestre	Temperatura	Desviación estándar ( $\sigma$ )	% Error
96-1	39.4	0.778	1.5
96-2	40.2	1.5	0.5
98-1	38.8	1.6	3.0
98-2	38.7	1.9	3.2
99-1	38.0	1.3	5.0
99-2	39.0	2.1	2.6
00-2	38.6	3.0	3.5
02-2	38.4	1.1	4.1

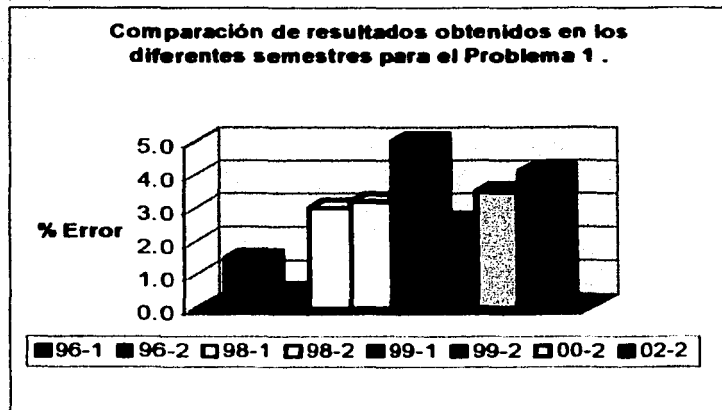
Gráficas que ilustran la comparación de resultados obtenidos para temperatura y % de error promedio en los diferentes semestres.

Gráfica VII.2





Gráfica VII.3



2. La validez de la propuesta experimental para ser trabajada por alumnos regulares de nuevo ingreso o repetidores se justifica con los resultados de la tabla VII.3, en la que se presentan en orden creciente los errores obtenidos en cada semestre. Como se puede ver, no existe ninguna tendencia que implique un mayor o menor porcentaje de error según el tipo de alumnos que realiza el experimento,.

Tabla VII.3. Porcentaje de error obtenido por alumnos de nuevo ingreso y repetidores.

% Error	Semestre	Tipo de alumnos
0.6	96-2	Repetidores
1.5	02-2	Repetidores
1.9	96-1	Nuevo ingreso
2.6	99-2	Repetidores
3.0	98-1	Nuevo ingreso
3.6	00-2	Repetidores
3.8	98-2	Repetidores
6.9	99-1	Nuevo ingreso

3. El diseño de esta práctica está hecho con el fin de que los alumnos obtengan un error máximo del 5%. En la tabla VII.4 se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los tubos en cada uno de los semestres en estudio y se observa que sólo en el semestre 99-1 se tiene un porcentaje de error mayor.

Tabla VII.4. Comparación de los resultados obtenidos en el Problema 1 de todos los semestres.

Semestre	A			B			C		
	Promedio	Desviación Estándar	% Error	Promedio	Desviación Estándar	% Error	Promedio	Desviación Estándar	% Error
96-1	38.8	1.064	3.1	39.3	1.850	1.7	39.6	2.6	0.9
96-2	40.1	1.417	0.3	40.6	1.71	1.4	40.0	1.468	0.1
98-1	39.2	1.439	2.0	38.6	1.896	3.4	38.6	1.810	3.5
98-2	38.7	1.776	3.3	38.8	2.517	3.1	38.0	2.27	4.9
99-1	37.1	1.940	7.1	37.3	2.319	6.9	37.3	1.560	6.8
99-2	39.5	2.167	1.2	38.6	2.075	3.5	38.8	2.078	3.8
00-2	38.91	3.541	2.71	38.8	3.958	3.0	38.65	3.502	3.4
02-2	37.7	5.7	1.308	38.4	3.9	0.917	38.9	2.8	1.122

4. Se debe fomentar en los alumnos la capacidad de analizar los resultados obtenidos ya que esto les dará elementos para decidir cuando deben realizar más repeticiones de un experimento; el profesor debe de intervenir para orientar a los alumnos y que comiencen a formar su propio criterio. En este caso realizan tres veces la lectura de temperatura de inicio de cristalización de cada una de las disoluciones A, B y C. Si reportan datos muy diferentes, como en el semestre 99-1 (ver pág 51), se puede concluir que no razonaron que para experimentos "iguales" se debían obtener resultados prácticamente iguales.

5. Los cálculos que se solicitan en la tabla 3 del guión para el alumno, así como las preguntas que se hacen en el cuestionario 1 (ver pág. 25), deben llevarlos a concluir que están estudiando la temperatura de cristalización de disoluciones de la misma concentración y que la solubilidad es una propiedad intensiva de la materia, que no depende de la cantidad de sustancia con la que se trabaje.

**Problema 2.** ¿Qué masa de nitrato de potasio se debe disolver en 1 mL de agua para que cristalice a las siguientes temperaturas: 25°C, 35°C y 45°C?

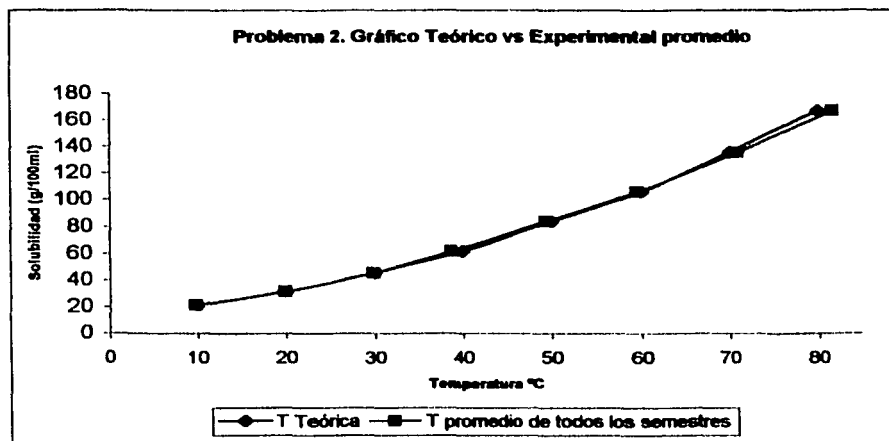
Para resolver este problema los alumnos deben obtener experimentalmente la curva de solubilidad en función de la temperatura para el nitrato de potasio. En la siguiente gráfica se presenta la curva promedio obtenida en los semestres mencionados

El resultado de la interpolación efectuada es:

25 °C: 0.0396 g

35 °C: 0.0531 g

45 °C: 0.0761 g

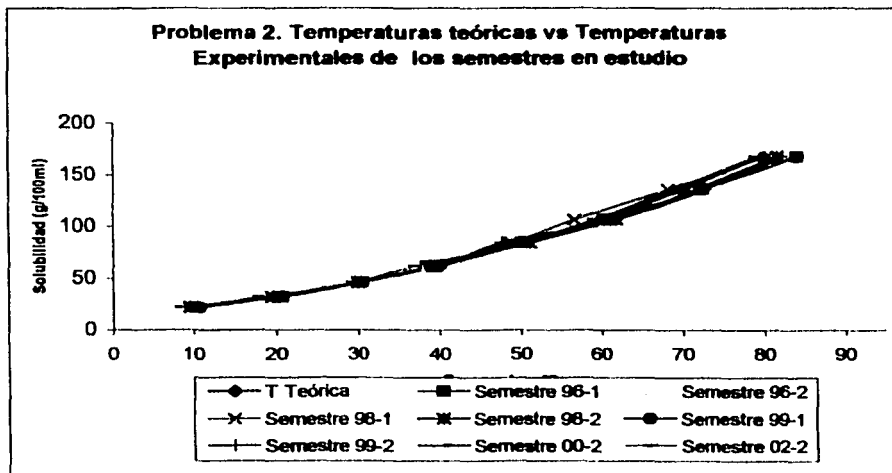


1. Las temperaturas que se esperan obtener en el problema 2 para cada uno de los tubos A, B, C...H, debe ser de 10 °C para el primero e ir aumentando de 10 en 10 sucesivamente hasta el tubo H con 80 °C. El objetivo de este problema es que el alumno, después de obtener la gráfica de solubilidad de  $\text{KNO}_3$ , pueda interpolar los valores que den respuesta al problema. Los valores promedio obtenidos en cada semestre se presenta en la tabla VII.5, y en la gráfica VII.4 se presenta la curva experimental comparada con la teórica .

Tabla VII.5. Cuadro comparativo de los resultados obtenidos.

Sem	A	B	C	D	E	F	G	H
96-1	10.97	20.72	30.64	40.56	50.72	60.92	72.26	82.97
96-2	10.22	20.78	30.64	38.89	50.22	60.58	72.53	84.33
98-1	9.47	20.52	30.17	39.39	48.89	56.83	68.31	80.54
98-2	9.59	19.63	30.11	39.48	51.19	61.93	71.85	81.74
99-1	9.22	20.00	28.56	35.0	47.11	57.67	71.67	84.06
99-2	10.64	19.79	29.67	39.54	47.79	61.90	72.72	82.36
00-2	8.42	18.08	29.42	37.0	49.83	59.25	69.0	79.17
02-2	9.72	19.89	29.67	39.33	49.72	58.00	69.67	78.67

Gráfica VII.4. Temperaturas experimentales promedio.



2. La gráfica VII.4 nos da información respecto a los tubos en los que se comete un error mayor o menor, ya que las curvas están comparadas con la curva teórica

Se requiere trabajar con un número suficiente de puntos de la curva para que se defina adecuadamente su tendencia. Como se puede ver en la gráfica en los puntos que corresponden a temperaturas más altas, las curvas comienzan a separarse de la teórica, lo cual quiere decir que el error en estos tubos es más grande. Sin embargo, este error no excede al 5 % y con base a la curva experimental obtenida, el alumno puede dar respuesta al problema y resolver el cuestionario correspondiente.

3. Con los resultados obtenidos y las gráficas por equipo, y por grupo, se puede asignar una calificación al alumno que está realizando la práctica, en función de la precisión y exactitud de sus resultados.

Por ejemplo, un alumno que informara una temperatura promedio de  $10^{\circ}\text{C}$  para el tubo A, pero cuyas lecturas individuales fueron  $A'=0^{\circ}\text{C}$ ,  $A''=10^{\circ}\text{C}$  y  $A'''=20^{\circ}\text{C}$ , tendría un promedio de  $10^{\circ}\text{C}$ , con 0% de error y con una desviación estándar de 10. En este caso, se debe asignar una calificación baja ya que demostró su falta de criterio para trabajar en el laboratorio ya que si está realizando el mismo experimento tres veces, debe de obtener resultados similares, y de no ser así, realizar la repetición de alguna de las lecturas hasta que el encuentre coherencia en los resultados.

4. Con el experimento realizado el alumno puede concluir que para el caso del Nitrato de Potasio, la solubilidad aumenta con la temperatura.

## VIII. CONCLUSIONES GENERALES

---

1. La propuesta experimental señala que el estudio de la solubilidad se debe hacer con  $\text{KNO}_3$  grado R.A. El costo de la sal es de \$280.00 /kg, lo que hace que el costo de la práctica por cada equipo de dos alumnos sea de \$ 85.00

Se propone que la sal sea recuperada por recristalización (*V.Semishin, 1977*) para ser utilizada en semestres posteriores y reducir gastos.

2. El estudio del entorno educativo de la solubilidad, se realizó analizando tres niveles educativos, el medio, el medio superior y el superior.

En el caso del nivel medio se comprobó la hipótesis de que la dificultad de los alumnos del nivel superior para aprender la solubilidad proviene de las deficiencias en la enseñanza de secundaria. Se detectaron varios errores como por ejemplo, falta de definiciones o definiciones incompletas, omisión de algunos conceptos, lenguaje equívoco, mala redacción, problemas complicados y sin sentido, ejercicios sin razonamiento y con la sola aplicación de una fórmula, introducción a conceptos muy avanzados e inadecuados para este nivel, etc.

En el caso del nivel medio superior, se encontró que los libros de texto recomendados son los mismos que para el nivel superior. El tema está tratado adecuadamente para el nivel de licenciatura, pero se considera necesario que se elaboren textos dirigidos específicamente para el nivel medio superior ya que el gradiente de dificultad es excesivo entre estos dos niveles.

3. La herramienta desarrollada en Excel permitió validar el trabajo del alumno ya que con ella se ha podido asignar una calificación según el desempeño durante la práctica, y también ha permitido validar la propuesta experimental con la justificación de que sin importar el semestre y la cantidad y tipo de alumnos, los porcentajes de error no han sido mayores al 5 %.

4. Se concluye finalmente que el guión experimental desarrollado si contiene los elementos necesarios para que el alumno saque conclusiones adecuadas en lo que a solubilidad se requiere, como que esta es una propiedad intensiva además de que puede resolver los problemas y cuestionarios planteados.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

---

- Bascuñán Aníbal, Bello Silvia, Hernández Gisela, Montagot Pilar, Sandoval Rebeca. Química 1. 2º Grado. México. Ed. Limusa. 1994. p. 112-126.
- Bonnet Romero Florencia. Química 2. México. Ed. Harla. 1994. p. 20-33.
- Bonnet Romero Florencia. Química 1. 2º Grado. México. Ed. Harla. 1994. p. 59-65.
- Brown Theodore, Le May H. Eugene Jr., Bursten E. Bruce. Química: la Ciencia Central. México. Ed. Prentice Hall. 1998. p. 462-468.
- Chang Raymond. Química. México. Ed. McGraw Hill. 1991. p. 717-745.
- Choppin R. Gregory, Summerlin R. Lee. Química. México. Publicaciones Cultural. 1995. p. 334-342.
- Cortés Juárez Alejandro, Shirasago Germán Roberto. Química Práctica. 2º Grado. México. Fernández Editores. 1994. p. 140-146.
- García Graciela, Mejía Jesús, Rodríguez Ma. De la Luz. Química 2. México. Ed. Castillo. 1963. p. 81-91.
- Garritz A., Chamizo J. A. Química. U.S.A. Ed. Addison-Wesley. 1994. p. 204-208.
- Garzón G. Guillermo. Fundamentos de Química General. México. Ed. McGraw Hill. 1999. p. 284-295.
- González Eduardo M., ¿ Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? Enseñanza de las ciencias. 10 (2),1992, p.206-211
- Hernández Luna, Llano Mercedes. Propuesta de la Reforma de la Enseñanza Experimental. Revista IMIQ, 35 (7),1994 p.5-7
- Johnstone. A.A. The Development of Chemistry Teaching. Journal of Chemical Education. 70 (9), 1993, p. 701-705

- ❑ León R. Rodríguez M., Cuevas M. del P., Mata L. Descubre el mundo de la Química 1. México. Ed. Prentice Hall. 1998. 2ª Edición. p. 83-93.
- ❑ Masterton L. William, Slowinski J. Emil, Stanitski L. Conrad. Química General Superior. México. Ed. McGraw Hill. 1989. p. 508-522.
- ❑ Medina Valdovinos Marcela. Tesis: "Análisis organizacional y de costos: Propuesta para un mejor aprovechamiento de los recursos del Laboratorio de Química General". México D.F. 2002 p. 54, 57.
- ❑ Mosqueira Roldán Salvador, Requena F. Rubén. Química para Segundo Grado. El Hombre y la Química. México. Ed. Patria. 1994. p. 75-77.
- ❑ Otamendi Silvia. Cuaderno de trabajo. 2º de Secundaria. México. Ed. Progreso. 2001. p. 69-75.
- ❑ Perry, R.H. (ed) et al. Perry's Chemical Engineers' Handbook. 6a. Edición, Malasia, Ed. Mc. Graw Hill, 1984. p. 3-76, 3-83
- ❑ Romo Marín Héctor, Delgado Tarez Vicente V., Terrazas Vargas Blas J. Química. 2º Grado. México. Ed. Castillo. 1994. p. 64-67.
- ❑ Solís Oba Aída, Zendejas Mendoza P. Javier. Química. 2º Curso. México. Ed. Santillana. 1994. p. 45-47.
- ❑ Universidad Nacional Autónoma de México. Reforma de la Enseñanza Experimental. Guiones para el curso de Química General. 1998, p. 27-33
- ❑ Valdés Galicia J. F., Valdez Martínez J. Valdés Galicia O., Cataño Calatayud S., Cervantes Olivares M. G., Mendoza Ortega B. La Aventura con la Ciencia Química 1. 2º Grado. México. Ed. Pedagógicas. 1994. p- 101-108.
- ❑ Vallejo Martínez A. Patricia, Trejo E. J. Angélica, Martínez Morales T. Armando. Química. 2º Grado. México. Publicaciones Cultural. 1994. p. 55-56.
- ❑ Whitten W. Kennet, Gailey D. Kennet, Davis E. Raymond. Química General. México. Ed. McGraw Hill. 1992. p. 580-599.