

DESVIACIONES DE LA VISCOSIDAD DE LOS SISTEMAS BINARIOS: ÉTER DIMETÍLICO DEL ETILENGLICOL (MONOGLIME) + (ETANOL, 1-PENTANOL Y 1-OCTANOL) A 283.15, 293.15, 303.15 Y 313.15 K.

M.N. Caro^a, J.L. Trenzado^b, S. Galván^b, E. González^a, E. Romano^a, L. Darias^c.

^a Dpto. de Química, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas G.C.

^b Dpto. de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas G.C.
jtrenzado@dfis.ulpgc.es

^c Dpto. Ing. Eléctrica, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas G.C.

Resumen

Este trabajo tiene como objeto la determinación de las desviaciones de la viscosidad de los sistemas binarios Éter Dimetilico del Etilenglicol (Monoglime) + (Etanol, 1-Pentanol y 1-Octanol) a 283.15, 293.15, 303.15 y 313.15 K y a la presión atmosférica, analizando la influencia de la composición y de la temperatura en dicha propiedad, así como la determinación experimental de la viscosidad cinemática y, como consecuencia, de la viscosidad dinámica, como propiedades necesarias para la obtención de las desviaciones de la viscosidad. Por último, se han aplicado a las mezclas objeto de este estudio diversas ecuaciones predictivas, utilizadas frecuentemente en la literatura, para las viscosidades cinemática y dinámica.

Keywords: Glimes, 1-Alcohol, Desviación de la viscosidad.

INTRODUCCIÓN.

Los poliéteres saturados de la serie $\text{CH}_3\text{-O-(CH}_2\text{-CH}_2\text{-O)}_n\text{-CH}_3$, más conocidos como glimes, son productos que, por sus características, se están utilizando en un amplia variedad de procesos y productos industriales, como pueden ser, entre otros, la purificación de gases, la refrigeración y bombas de calor, revestimientos de protección, la industria textil y en formulaciones farmacéuticas. De ahí la importancia que tiene el estudio de las propiedades de sus mezclas. Como parte de nuestros estudios acerca de las propiedades termodinámicas de sistemas que contienen poliéteres y alcoholes, en este trabajo se presentan las desviaciones de la viscosidad de los sistemas binarios Éter Dimetilico del Etilenglicol (Monoglime) + (Etanol, 1-Pentanol y 1-Octanol) a 283.15, 293.15, 303.15 y 313.15 K y a la presión atmosférica, analizando la influencia de la composición y de la temperatura en dicha propiedad. Como para la determinación de las desviaciones de la viscosidad es necesario conocer previamente los valores de las densidades (ya obtenidos en [1]) y de las viscosidades cinemáticas y, partir de ellos, los de las viscosidades dinámicas, se incluyen los resultados obtenidos de estas dos últimas propiedades.

Por otra parte, en orden a predecir valores de las viscosidades de los sistemas estudiados, se han aplicado los modelos de MacAllister de tres y cuatro cuerpos, los de Heric con uno y dos parámetros y los de Grunberg y Nissan y de Hind y col. de un parámetro.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL Y RESULTADOS.

Los productos utilizados en este trabajo, así como sus correspondientes purzas, fueron los siguientes: Monoglime ($\geq 99.5\%$), Etanol ($\geq 99.8\%$), 1-Pentanol ($\geq 99\%$) y 1-Octanol ($\geq 99.5\%$). El Etanol fue suministrado por Panreac y los tres restantes por Fluka. El tratamiento a que previamente a su utilización fueron sometidos figura en la referencia [1].

El equipo experimental utilizado para determinar las viscosidades cinemáticas (ν) de los líquidos puros y sus mezclas consiste en un sistema automático Schott-Geräte, incluyendo un baño termostático (CT-1450), un reloj electrónico (AVS-350, ± 0.01 s) y viscosímetros Ubbelohde previamente calibrados. La incertidumbre promedio de los valores de viscosidad cinemática fue menor que el 0.4%. Las viscosidades dinámicas (η) de los compuestos puros y las mezclas fueron calculadas a partir de las viscosidades cinemáticas y de las densidades experimentales [1], obtenidas a las mismas fracciones molares, mediante la expresión:

$$\eta = \nu \rho \quad (1)$$

Las desviaciones de la viscosidad dinámica de las mezclas, $\Delta\eta$, fueron obtenidas a partir de las viscosidades de las mezclas y de los compuestos puros según la siguiente relación:

$$\Delta\eta = \eta - (x_1\eta_1 + x_2\eta_2) \quad (2)$$

En donde η es la viscosidad dinámica de la mezcla y η_1 y η_2 las viscosidades dinámicas de los componentes 1 (Monoglime) y 2 (1-Alcohol) y x_1 y x_2 sus respectivas fracciones molares.

En la tabla 1 se presentan los valores experimentales de las viscosidades cinemática y dinámica de los productos puros y aquéllos hallados en la literatura. La concordancia entre ambos se considera razonablemente buena.

Tabla 1. Viscosidades cinemáticas, ν , y viscosidades dinámicas, η , de los productos puros a diferentes temperaturas.

PRODUCTO	T (K)	ν ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$)		η (mPa s)	
		Experimental	Literatura	Experimental	Literatura
Monoglime	283.15	0.562	0.569 ²	0.493	
	293.15	0.505	0.5148 ²	0.438	0.441 ³
	298.15	0.481		0.414	0.417 ³ 0.420 ⁴
	303.15	0.458	0.4691 ²	0.392	0.394 ³
	313.15	0.418	0.4304 ²	0.353	0.355 ³
Etanol	283.15	1.828		1.459	
	293.15	1.531	1.541 ⁵	1.209	1.216 ⁵ 1.192 ⁶
	298.15	1.398	1.396 ⁵	1.098	1.099 ⁷
	303.15	1.278	1.294 ⁵	0.998	1.003 ⁸
	313.15	1.076	1.067 ⁵	0.831	0.824 ⁵

Tabla 1. Continuación.

PRODUCTO	T(K)	ν (mm ² s ⁻¹)		η (mPa s)	
		Experimental	Literatura	Experimental	Literatura
1-Pentanol	283.15	6.646		5.463	
	293.15	4.956		4.037	4.030 ⁹
	298.15	4.304		3.490	3.497 ¹⁰
	303.15	3.756		3.032	3.022 ⁵
					3.056 ¹¹
	313.15	2.899	2.891 ⁵	2.319	2.312 ⁵
1-Octanol	283.15	16.25	16.22 ¹²	13.52	13.49 ¹²
	293.15	11.11	11.13 ¹²	9.167	9.183 ¹²
			11.102 ⁵		9.161 ⁵
	298.15	9.272		7.618	
	303.15	7.817	7.846 ¹²	6.395	6.404 ⁵
					6.298 ¹³
	313.15	5.705	5.695 ⁵	4.628	4.620 ⁵
			5.747 ¹²		4.661 ¹²

En las tablas 2, 3 y 4 se relacionan los valores experimentales de la viscosidad cinemática (ν) así como los calculados de la viscosidad dinámica (η) y de la desviación de la viscosidad ($\Delta\eta$), a diferentes fracciones molares del Monoglime, cubriendo un amplio rango de concentraciones, y a las temperaturas estudiadas en este trabajo, para los tres sistemas binarios Monoglime + 1-Alcohol tratados.

Tabla 2. Viscosidades cinemáticas (ν), viscosidades dinámicas (η), y desviaciones de la viscosidad ($\Delta\eta$) del sistema $\{x\}$ Monoglime + $\{1-x\}$ Etanol a las temperaturas de trabajo.

x	ν (mm ² s ⁻¹)	η (mPa s)	$\Delta\eta$ (mPa s)
T = 283.15			
0.05379	1.552	1.251	-0.1560
0.09719	1.381	1.121	-0.2441
0.21130	1.076	0.888	-0.3669
0.29676	0.935	0.780	-0.3923
0.40555	0.809	0.683	-0.3842
0.48647	0.745	0.633	-0.3561
0.59711	0.682	0.585	-0.2972
0.69485	0.638	0.551	-0.2368
0.82571	0.598	0.520	-0.1414
0.87486	0.583	0.509	-0.1049
0.94560	0.571	0.500	-0.0456

Tabla 2. Continuación.

c	ν ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$)	η (mPa s)	$\Delta\eta$ (mPa s)
T = 293.15			
0.05746	1.304	1.040	-0.1247
0.09986	1.174	0.943	-0.1890
0.14531	1.067	0.863	-0.2340
0.21381	0.937	0.765	-0.2792
0.29467	0.824	0.679	-0.3028
0.39904	0.725	0.604	-0.2973
0.48772	0.664	0.558	-0.2750
0.59651	0.609	0.516	-0.2331
0.68850	0.575	0.490	-0.1882
0.82494	0.539	0.463	-0.1100
0.87722	0.526	0.453	-0.0797
0.95418	0.513	0.444	-0.0293
T = 303.15			
0.04309	1.140	0.897	-0.0749
0.10384	0.989	0.786	-0.1491
0.20816	0.813	0.656	-0.2159
0.29553	0.717	0.584	-0.2349
0.39262	0.639	0.526	-0.2341
0.49699	0.582	0.483	-0.2138
0.59180	0.543	0.454	-0.1854
0.69908	0.510	0.430	-0.1444
0.81029	0.486	0.412	-0.0950
0.88763	0.473	0.403	-0.0571
0.91994	0.468	0.399	-0.0415
T = 313.15			
0.04639	0.959	0.747	-0.0618
0.10489	0.849	0.667	-0.1139
0.21098	0.705	0.562	-0.1682
0.29771	0.627	0.505	-0.1837
0.37867	0.575	0.467	-0.1830
0.49586	0.521	0.427	-0.1670
0.65115	0.470	0.390	-0.1298
0.69794	0.462	0.384	-0.1134
0.81679	0.439	0.368	-0.0726
0.88031	0.432	0.363	-0.0472
0.93844	0.423	0.356	-0.0264

Tabla 3. Viscosidades cinemáticas (ν), viscosidades dinámicas (η) y desviaciones de la viscosidad ($\Delta\eta$) del sistema $\{x$ *Monoglime* + $(1-x)$ *1-Pentanol* $\}$ a las temperaturas de trabajo.

x	ν (mm ² s ⁻¹)	η (mPa s)	$\Delta\eta$ (mPa s)
T = 283.15			
0.04484	5.310	4.377	-0.8631
0.10214	4.087	3.381	-1.5744
0.21037	2.728	2.272	-2.1455
0.30766	2.011	1.686	-2.2479
0.40777	1.540	1.299	-2.1374
0.49019	1.269	1.076	-1.9508
0.71198	0.827	0.712	-1.2125
0.79784	0.725	0.628	-0.8697
0.89569	0.635	0.553	-0.4584
0.94725	0.596	0.521	-0.2342
T = 293.15			
0.04837	3.975	3.247	-0.6159
0.09244	3.319	2.719	-0.9853
0.20480	2.235	1.843	-1.4569
0.30775	1.652	1.371	-1.5584
0.40797	1.284	1.072	-1.4967
0.49705	1.053	0.884	-1.3641
0.59505	0.865	0.731	-1.1644
0.69845	0.725	0.616	-0.9073
0.79780	0.617	0.528	-0.6377
0.89597	0.540	0.465	-0.3474
0.95406	0.501	0.433	-0.1703
T = 303.15			
0.04441	3.138	2.539	-0.3758
0.11177	2.451	1.991	-0.7459
0.19473	1.888	1.541	-0.9769
0.30883	1.391	1.143	-1.0737
0.40557	1.112	0.919	-1.0423
0.49484	0.929	0.771	-0.9546
0.70756	0.650	0.547	-0.6170
0.80378	0.569	0.481	-0.4290
0.89982	0.508	0.432	-0.2245
0.95239	0.480	0.410	-0.1077
T = 313.15			
0.06014	2.339	1.877	-0.3238
0.09690	2.077	1.670	-0.4585
0.32489	1.134	0.923	-0.7573
0.40494	0.958	0.783	-0.7399
0.49549	0.809	0.664	-0.6809
0.59897	0.682	0.563	-0.5784
0.70006	0.586	0.487	-0.4557
0.80103	0.516	0.431	-0.3132
0.90306	0.459	0.386	-0.1576
0.96040	0.434	0.366	-0.0649

Tabla 4. Viscosidades cinemáticas (ν), viscosidades dinámicas (η) y desviaciones de la viscosidad ($\Delta\eta$) del sistema $\{(x) \text{ Monoglime} + (1-x) \text{ 1-Octanol}\}$ a las temperaturas de trabajo.

x	ν ($\text{mm}^2 \text{ s}^{-1}$)	η (mPa s)	$\Delta\eta$ (mPa s)
T = 283.15			
0.06697	11.520	9.607	-3.0424
0.12235	8.912	7.445	-4.4829
0.21714	5.951	4.988	-5.7049
0.31076	4.177	3.514	-5.9591
0.40358	3.014	2.546	-5.7178
0.50462	2.162	1.835	-5.1123
0.59301	1.647	1.404	-4.3917
0.69487	1.225	1.051	-3.4175
0.79072	0.943	0.814	-2.4057
0.89835	0.718	0.625	-1.1924
0.93290	0.662	0.578	-0.7892
T = 293.15			
0.06547	8.238	6.810	-1.7855
0.10850	6.898	5.710	-2.5099
0.20803	4.672	3.880	-3.4711
0.30978	3.277	2.731	-3.7319
0.40691	2.394	2.003	-3.6121
0.50355	1.788	1.502	-3.2695
0.59811	1.366	1.153	-2.7931
0.69051	1.066	0.904	-2.2355
0.79632	0.812	0.693	-1.5229
0.89602	0.642	0.552	-0.7936
0.94340	0.580	0.500	-0.4321
T = 303.15			
0.05281	6.333	5.189	-0.8890
0.20285	3.707	3.050	-2.1273
0.21973	3.499	2.881	-2.1950
0.29904	2.720	2.245	-2.3549
0.38261	2.122	1.757	-2.3412
0.49838	1.531	1.273	-2.1302
0.61072	1.140	0.953	-1.7758
0.69690	0.920	0.772	-1.4395
0.80376	0.715	0.604	-0.9660
0.89196	0.586	0.498	-0.5426
0.93498	0.535	0.456	-0.3263

Tabla 4. Continuación.

x	ν ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$)	η (mPa s)	$\Delta\eta$ (mPa s)
T = 313.15			
0.05472	4.688	3.808	-0.5861
0.10712	3.922	3.190	-0.9801
0.21453	2.798	2.282	-1.4289
0.28815	2.251	1.840	-1.5562
0.40280	1.643	1.348	-1.5580
0.50277	1.272	1.047	-1.4317
0.59550	1.008	0.833	-1.2492
0.68975	0.807	0.670	-1.0093
0.78978	0.645	0.538	-0.7137
0.89454	0.516	0.433	-0.3708
0.96810	0.444	0.374	-0.1154

Los valores de ν fueron correlacionados con la fracción molar del monoglime, x , mediante la ecuación polinómica

$$\nu = \sum_{i=0}^{n-1} A_i x^i \quad (3)$$

Y los valores de $\Delta\eta$ fueron correlacionados también con la fracción molar del monoglime, x , mediante una ecuación polinómica del tipo de Redlich-Kister [14]:

$$\Delta\eta = x(1-x) \sum_{k=0}^p A_k (2x-1)^k \quad (4)$$

Obteniéndose, en ambos casos los coeficientes A_k mediante el método de mínimos cuadrados y optimizando el grado del polinomio aplicando el test-F [15].

En las tablas 5, 6 y 7 se presentan los valores obtenidos de los parámetros A_k con las ecuaciones (3) para ν y (4) para $\Delta\eta$ y de las desviaciones estándar (s) para los tres sistemas estudiados Monoglime + 1-Alcohol a las distintas temperaturas consideradas.

Tabla 5. Parámetros (A_k) obtenidos con la ecuación (3) [ν] y con la ecuación (4) [$\Delta\eta$] y desviaciones estándar (s) para el sistema binario $\{x$ *Monoglime* + $(1-x)$ *Etanol* $\}$ a las temperaturas de trabajo.

Propiedad	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	s
T=283.15 K							
ν (mm ² s ⁻¹)	1.8258	-5.7231	13.7370	-19.4438	14.4969	-4.3321	0.003
$\Delta\eta$ (mPa s)	-1.3976	0.8963	-0.5513	0.3876	-0.2383	—	0.001
T=293.15 K							
ν (mm ² s ⁻¹)	1.5291	-4.4176	10.2791	-14.4948	10.9543	-3.3461	0.002
$\Delta\eta$ (mPa s)	-1.0862	0.6671	-0.3765	0.2937	-0.1840	—	0.001
T= 303.15 K							
ν (mm ² s ⁻¹)	1.2771	-3.4804	7.9558	-11.0599	8.2525	-2.4877	0.001
$\Delta\eta$ (mPa s)	-0.8531	0.5104	-0.2998	0.2206	-0.1141	—	0.0004
T= 313.15 K							
ν (mm ² s ⁻¹)	1.0749	-2.7084	5.9670	-8.0435	5.8634	-1.7362	0.002
$\Delta\eta$ (mPa s)	-0.6645	0.3923	-0.2735	0.1537	—	—	0.001

Tabla 6. Parámetros (A_k) obtenidos con la ecuación (3) [ν] y con la ecuación (4) [$\Delta\eta$] y desviaciones estándar (s) para el sistema binario $\{x$ *Monoglime* + $(1-x)$ *l-Pentanol* $\}$ a las temperaturas de trabajo.

Propiedad	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	s
T=283.15 K							
ν (mm ² s ⁻¹)	6.6233	-32.5349	91.3369	-144.2810	116.1099	-36.7079	0.031
$\Delta\eta$ (mPa s)	-7.7219	5.2221	-3.4891	3.8870	-2.6758	—	0.007
T=293.15 K							
ν (mm ² s ⁻¹)	4.9389	-22.0651	57.9612	-87.3348	67.6246	-20.6343	0.020
$\Delta\eta$ (mPa s)	-3.4448	3.5509	-2.2277	2.0407	-1.9240	—	0.004
T= 303.15 K							
ν (mm ² s ⁻¹)	3.7489	-15.1084	37.4269	-54.8499	42.1842	-12.9486	0.009
$\Delta\eta$ (mPa s)	-3.7941	2.4627	-1.5130	9.5424	-8.3356	4.6495	0.001
T= 313.15 K							
ν (mm ² s ⁻¹)	2.8969	-10.5403	24.3014	-33.8411	25.0959	-7.4971	0.004
$\Delta\eta$ (mPa s)	-2.7078	1.6650	-1.0255	7.4178	-3.6573	—	0.002

Tabla 7. Parámetros (A_k) obtenidos con la ecuación (3) [ν] y con la ecuación (4) [$\Delta\eta$] y desviaciones estándar (s) para el sistema binario $\{(x) \text{ Monoglime} + (1-x) \text{ 1-Octanol}\}$ a las temperaturas de trabajo.

Propiedad	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	s
T=283.15 K							
ν ($\text{mm}^2 \text{ s}^{-1}$)	16.2097	-82.0996	220.6309	-335.9678	263.7961	-82.0358	0.058
$\Delta\eta$ (mPa s)	-0.2059	0.1443	-9.1978	5.8785	-5.4545	3.4096	0.009
T=293.15 K							
ν ($\text{mm}^2 \text{ s}^{-1}$)	11.0946	-50.6615	128.7489	-194.2302	155.2365	-49.6849	0.028
$\Delta\eta$ (mPa s)	-0.1314	8.5210	-5.2684	4.4012	-2.5371	—	0.01
T= 303.15 K							
ν ($\text{mm}^2 \text{ s}^{-1}$)	7.8058	-30.8686	68.4053	-92.1975	67.4807	-20.1727	0.012
$\Delta\eta$ (mPa s)	-8.5016	5.2432	-2.9452	1.5939	-1.0507	0.7007	0.003
T= 313.15 K							
ν ($\text{mm}^2 \text{ s}^{-1}$)	5.7003	-20.5612	42.8672	-56.0503	40.4496	-11.9918	0.006
$\Delta\eta$ (mPa s)	-5.7537	3.2820	-1.8058	1.1798	-0.5850	—	0.002

Las curvas obtenidas a partir de la aplicación de la ecuación (3) para las viscosidades cinemáticas (ν) de los tres sistemas binarios a las temperaturas estudiadas aparecen respectivamente representadas en las figuras 1.

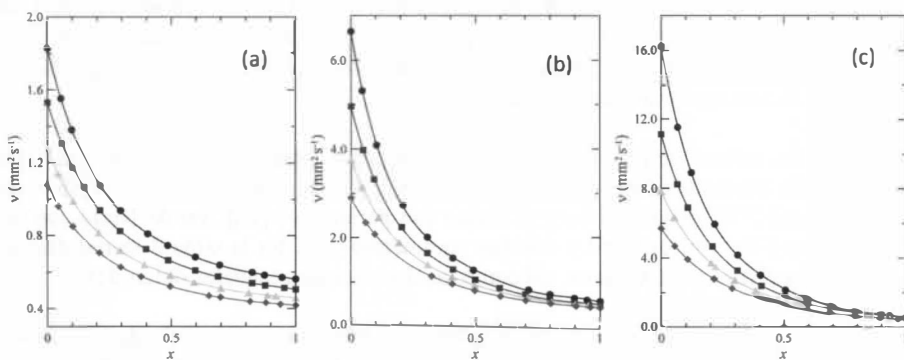


Figura 1. Viscosidades cinemáticas (ν) del sistema $\{(x) \text{ Monoglime} + \{(1-x) \text{ Etanol}\}$ (a), $(1-x) \text{ 1-Pentanol}$ (b) y $(1-x) \text{ 1-Octanol}$ (c)}. Puntos experimentales: (●) 283.15 K; (■) 293.15 K; (▲) 303.15 K; (◆) 313.15 K.

Asimismo, en la figura 2 están representadas las curvas obtenidas a partir de la aplicación de la ecuación (4) para las desviaciones de la viscosidad ($\Delta\eta$) de los mismos sistemas binarios a las citadas temperaturas.

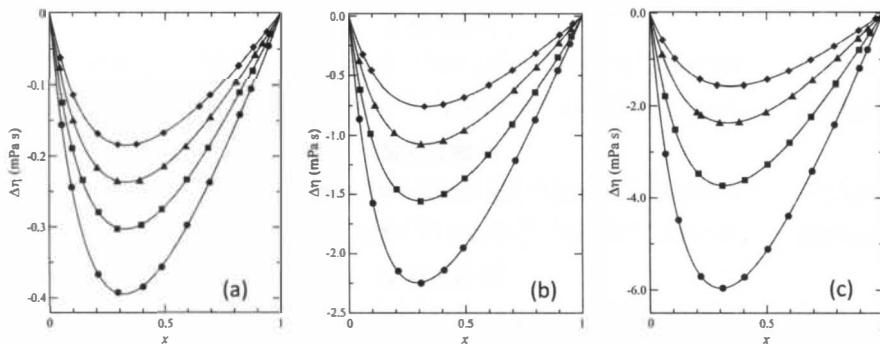


Figura 2. Desviaciones de la viscosidad de los sistemas binarios Monoglime +(Etanol (a), 1-Pentanol (b) y 1-Octanol(c)). Puntos experimentales: (●) 283.15 K; (■) 293.15 K; (▲) 303.15 K; (◆) 313.15 K.

DISCUSIÓN.

Como se puede observar en la figura 2, las desviaciones de la viscosidad en las mezclas del Monoglime con los tres alcoholes citados son todas negativas en todo el intervalo de composición y a todas las temperaturas, lo que se debe a la existencia de fuerzas dipolares y de dispersión entre moléculas distintas y a la diferencia de tamaño y forma de éstas (Pal, A. y col.) [4]. Además, $\Delta\eta$ aumenta su valor absoluto (es decir, se hace más negativo) al incrementarse la longitud de la cadena del alcohol, lo que se podría explicar por la disminución que experimenta el grado de asociación de la mezcla cuando aumenta dicha longitud (Gurung, B. y col.) [16]. Por otra parte, al aumentar la temperatura disminuye el valor absoluto de $\Delta\eta$ debido a la disminución de las interacciones entre las moléculas como consecuencia de una agitación térmica mayor.

Para predecir los valores de las viscosidades cinemáticas o dinámicas de los sistemas binarios se han utilizado los modelos de Mac Allister de tres y cuatro cuerpos (dos y tres parámetros, respectivamente) [17], el de Grunberg y Nissan (un parámetro) [18], los de Heric con uno y dos parámetros [19] y el de Hind y col. (un parámetro) [20]. En la tabla 8 se relacionan los valores para los distintos parámetros, así como las desviaciones estándar obtenidas.

Como se puede observar, en los tres sistemas binarios estudiados el modelo de McAllister de tres parámetros es el que presenta menores desviaciones, mientras que los de McAllister y el de Heric, ambos de dos parámetros, presentan los mismos desviaciones y con mejores valores que los obtenidos con los dos modelos de un parámetro, aunque en éstos el de Hind y col. da lugar a peores resultados que el de Heric. Es decir, las menores desviaciones se obtienen con aquellos modelos que tienen un mayor número de parámetros ajustables. Por otra parte, las desviaciones estándar disminuyen con la temperatura en todas las mezclas.

DESVIACIONES DE LA VISCOSIDAD DE LOS SISTEMAS BINARIOS: ÉTER DIMETÍLICO DEL ETILENGLICOL (MONOGLIME) + (ETANOL, 1-PENTANOL Y 1-OCTANOL) A 283.15, 293.15, 303.15 Y 313.15 K

Tabla 8. Parámetros, desviaciones estándar (s) y desviaciones porcentuales (ε) obtenidos con diversas ecuaciones de correlación a partir de datos experimentales (x, ν) o (x, η) para los distintos sistemas binarios y a las temperaturas de trabajo.

Ecuación		T (K)			
		283.15	293.15	303.15	313.15
<i>Monoglime + Etanol</i>					
McAllister (1960) (3 cuerpos)	ν_{12}	0.6669	0.5986	0.5285	0.4741
	ν_{21}	0.6736	0.6120	0.5458	0.4917
	s	0.0070	0.0049	0.0042	0.0035
	ε (%)	0.76	0.53	0.57	0.48
McAllister (1960) (4 cuerpos)	ν_{112}	0.5997	0.5445	0.4862	0.4400
	ν_{1122}	0.7275	0.6447	0.5721	0.5119
	ν_{2221}	0.8292	0.7452	0.6509	0.5774
	s	0.0012	0.0015	0.0009	0.0014
	ε (%)	0.13	0.14	0.10	0.17
Grunberg y Nissan (1949)	d	-1.3519	-1.2514	-1.1429	-1.0570
	s	0.0304	0.0246	0.0188	0.0152
	ε (%)	3.78	3.55	3.10	2.89
Heric (1966) (1 parámetro)	α_{12}	-1.2010	-1.0940	-0.9872	-0.9003
	s	0.0344	0.0281	0.0216	0.0175
	ε (%)	3.63	3.40	2.94	2.71
Heric (1966) (2 parámetros)	β_{12}	-1.0916	-0.9721	-0.9131	-0.8376
	β'_{12}	0.5629	0.5105	0.4540	0.4070
	s	0.0070	0.0049	0.0042	0.0035
	ε (%)	0.75	0.53	0.57	0.48
Hind y col. (1960)	η_{12}	0.2270	0.2270	0.2428	0.2386
	s	0.0778	0.0616	0.0443	0.0342
	ε (%)	9.43	8.53	7.26	6.45
<i>Monoglime + 1-Pentanol</i>					
McAllister (1960) (3 cuerpos)	ν_{12}	0.9355	0.7459	0.6887	0.6021
	ν_{21}	1.2157	1.0818	0.9567	0.8552
	s	0.0262	0.0251	0.0112	0.0063
	ε (%)	1.75	2.27	1.01	0.66
McAllister (1960) (4 cuerpos)	ν_{112}	0.7028	0.5600	0.5676	0.5184
	ν_{1122}	1.2493	1.0943	0.8979	0.7667
	ν_{2221}	1.7773	1.4951	1.3052	1.1372
	s	0.0073	0.0073	0.0023	0.0012
	ε (%)	0.36	0.61	0.17	0.10
Grunberg y Nissan (1949)	d	-2.1387	-1.9073	-1.6503	-1.3841
	s	0.0778	0.0485	0.0359	0.0242
	ε (%)	5.41	3.64	3.58	2.66
Heric (1966) (1 parámetro)	α_{12}	-2.1438	-1.9086	-1.6518	-1.3855
	s	0.0925	0.0587	0.0435	0.0298
	ε (%)	5.46	3.72	3.61	2.67
Heric (1966) (2 parámetros)	β_{12}	-1.7835	-1.6973	-1.4387	-1.2817
	β'_{12}	0.8416	0.5835	0.5590	0.4427
	s	0.0262	0.0251	0.0112	0.0063
	ε (%)	1.75	2.27	1.01	0.66
Hind y col.	η_{12}	-1.3704	-0.6912	-0.3977	-0.0473
	s	0.5075	0.3223	0.2207	0.1296
	ε (%)	37.96	27.76	22.79	15.28

Tabla 8. Continuación.

Ecuación		T (K)			
		283.15	293.15	303.15	313.15
<i>Monoglime +1- Octanol</i>					
McAllister (1960) (3 cuerpos)	v_{12}	1.4080	1.1719	0.9984	0.8512
	v_{21}	2.8188	2.3636	2.0479	1.7075
	s	0.0336	0.0219	0.0074	0.0074
	ε (%)	1.45	0.84	0.35	0.57
McAllister (1960) (4 cuerpos)	v_{1112}	0.9636	0.8538	0.7887	0.6736
	v_{1122}	2.2449	1.8118	1.4842	1.2678
	v_{2221}	4.2370	3.4039	2.8217	2.2716
	s	0.0087	0.0098	0.0044	0.0018
	ε (%)	0.36	0.17	0.31	0.10
Grunberg y Nissan (1949)	d	-1.6030	-1.3265	-1.0168	-0.8835
	s	0.1123	0.0678	0.0334	0.0231
	ε (%)	4.65	3.57	2.51	1.61
Heric (1966) (1 parámetro)	α_{12}	-1.5182	-1.2406	-0.9318	-0.8004
	s	0.1362	0.0927	0.0420	0.0295
	ε (%)	4.79	3.77	2.62	1.72
Heric (1966) (2 parámetros)	β_{12}	-1.2052	-1.0138	-0.7953	-0.6978
	β'_{12}	0.6421	0.4948	0.3429	0.2644
	s	0.0336	0.0219	0.0074	0.0074
	ε (%)	1.44	0.84	0.35	0.57
Hind y col. (1960)	η_{12}	-4.1836	-2.2436	-1.1914	-0.5491
	s	1.3375	0.7761	0.4521	0.2782
	ε (%)	68.68	47.51	36.24	23.65

Referencias

- [1] M.N. Caro, J. L. Trenzado, S. Galván, E. Romano, E. González, L. Darias; *XII Encuentro Inter-Bienal del grupo especializado de Termodinámica (GET). Las Palmas de Gran Canaria (España). Septiembre 2010. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.*
- [2] Conesa, A.; Shen, S; Coronas, A.; *International Journal of Thermophysics.* **1998**, 19(5).
- [3] Ku, H.-C.; Tu, C.-H.; *J. Chem. Eng. Data.* **2000**, 45, 391-394.
- [4] Pal, A.; Sharma, S. *J. Chem. Ing. Data.* **1998**, 43, 532-536.
- [5] Romano, E.; Trenzado, J. L.; González, E.; Matos, J. S.; Segade, L.; Jiménez, E.; *Fluid Phase Equilibria.* **2003**, 211, 219-240.
- [6] Tu, C.-H.; Liu, C. Y.; Wang, W.-F.; Chou, Y.-T.; *J. Chem. Eng. Data.* **2000**, 45, 450
- [7] Aralaguppi, M.I.; Jadar, C.V.; Aminabhavi, T.M.; *J. Chem. Eng. Data.* **1999**, 44, 216.
- [8] Weast, R.C. *Handbook of Chemistry and Physics*, 69th ed., Boca Raton, FL: C.R.C. Press, **1988**.
- [9] Tsierekos, N. G.; Palaiologou, M. M.; Molinou, I. E.; *J. Chem. Eng. Data.* **2000**, 45, 272.
- [10] Shan, Z.; Asfour, A.-F. A.; *J. Chem. Eng. Data.* **1999**, 44, 118-123.
- [11] Weng W.-L.; *J. Chem. Eng. Data.*, **1999**, 44, 63.
- [12] Trenzado, J. L.; *Tesis Doctoral.* Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. **1999**.
- [13] Sing R.P.; Sinha C.P.; Das J.C.; Ghosh P.; *J. Chem. Eng. Data.* **1990**, 35, 93.
- [14] Redlich, O; Kister, A.T. *Ind. Eng. Chem.* **1948**, 40, 345.
- [15] Bevington, P. *Data Reduction and Error Analysis for de Physical Sciences.* Mac Graw-Hill. **1969**.
- [16] Gurung, B.B.; Roy, M.N. *J. Solution Chem.* **2006**, 35, 1587-1606.
- [17] McAllister, R. A.; *AIChE J.* **1960**, 6, 427.
- [18] Grunberg, L.; Nissan, A.H.; *Nature.* **1949**, 164, 799
- [19] Heric, E.L.; *J. Chem. Eng. Data.* **1966**, 11, 66.
- [20] Hind, R.K.; McLaughlin, E.; Ubbelohde, A.R.; *Trans. Faraday Soc.* **1960**, 56, 328.