



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Seguridad del paciente: estudio de factores para su consecución

Carlos de Figueiredo Escribá

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

4.- RESULTADOS

I.- RESULTADOS DEL ESTUDIO ORTOGRÁFICO: APLICACIÓN DE LOS ALGORITMOS SIMPLES.

El primer paso que se afrontó, después de crear los programas de aplicación de los diferentes algoritmos y obtenida la muestra como se ha explicitado en el apartado material y métodos, fue la aplicación de los algoritmos a la muestra. Una muestra de los resultados de los diez algoritmos sobre las 906 parejas de nombres de medicamentos organizados en los dos grupos, *Similares* y *Control*, se presenta en el Anexo C.

La primera cuestión que se debía resolver era si estos algoritmos diferenciaban entre los dos grupos de la muestra, es decir si había entre los grupos diferencias estadísticamente significativas. Como ya se indicó en el apartado correspondiente, se consideró que, en todas las pruebas estadísticas desarrolladas a lo largo del trabajo, la existencia de diferencias estadísticamente significativas se tomaba en base a un valor del estadístico p inferior a 0,05 ($p < 0,05$).

Por lo tanto, lo primero que se determinó era si los dos grupos tras la aplicación de los diferentes algoritmos tenían simultáneamente distribución normal para cada uno de los algoritmos aplicados. De esta forma se podría avanzar en la decisión de qué pruebas estadísticas se podían aplicar para estudiar las diferencias entre ellos. Para ello se aplicó el test de Shapiro Wilk a los grupos *Similares* y *Control* y a los resultados de cada uno de los nueve algoritmos, observándose que en ningún caso los dos grupos tenían una distribución normal, como se puede ver en la Tabla 3.

	Control		Similares	
Algoritmo	W	p	W	p
EDR	0,986	<0,001	0,994	0,055
NED	0,950	<0,001	0,990	0,002
AMED	0,987	<0,001	0,995	0,112
BIGRAM	0,707	<0,001	0,984	<0,001
BIGRAM1B	0,721	<0,001	0,992	0,018
TRIGRAM	0,234	<0,001	0,875	<0,001
TRIGRAM2B	0,373	<0,001	0,985	<0,001
LCSR1	0,983	<0,001	0,987	<0,001
LCSR2	0,989	0,002	0,992	0,012

Tabla 3.- Test de Normalidad de Shapiro-Wilk

A la vista de que los datos en ningún caso tenían una distribución normal se aplicó el test no paramétrico U de Mann-Whitney con corrección de continuidad (también conocido como prueba de suma de rangos Wilcoxon), cuyos resultados se muestran en la Tabla 4. La hipótesis nula H0 era que los grupos tenían una mediana igual, pero en todos los casos el estadístico p tomó valores que hicieron rechazar la hipótesis nula, luego los grupos Similares y Control presentaban diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Algoritmo	Mediana Control	Mediana Similares	W	p
EDR	1,00	0,50	202 750	<0,001
NED	0,86	0,46	201 860	<0,001
BIGRAM	0,00	0,33	14 924	<0,001
AMED	1,00	0,50	202 700	<0,001
BIGRAM1B	0,00	0,43	4 676	<0,001
TRIGRAM	0,00	0,13	39 998	<0,001
TRIGRAM2B	0,00	0,32	7 347	<0,001
LCSR1	0,22	0,57	2 812	<0,001
LCSR2	0,25	0,62	3 392	<0,001

Tabla 4.- Test U de Mann Whitney

Una vez establecido que los nueve algoritmos diferencian los grupos Similares y Control se decidió estudiar cómo se distribuían las parejas de nombres de medicamentos según el valor que tomaba cada algoritmo y el grupo al que pertenecían. Para ello se dividió cada uno de los rangos de valores de cada algoritmo aplicado en once (11) sub-rangos y se contaron las parejas de cada grupo que pertenecían a cada sub-rango. Se buscó el establecimiento de posibles puntos de corte en los diferentes algoritmos que pudieran ofrecer los mejores valores de Sensibilidad y Especificidad, para lo que se buscó el valor más alto de la v de Cramer.

Los resultados para cada uno de los algoritmos aplicados se muestran a continuación, si bien se quiere hacer constar que a lo largo del texto se podrán encontrar referencias a algoritmos ortográficos. Esta denominación hace referencia a los algoritmos aplicados a los nombres de medicamentos desde una aproximación ortográfica. Igualmente, se podrán encontrar referencias a algoritmos fonéticos, siendo los mismos algoritmos pero aplicados después de haber modificado el nombre de los medicamentos tras la aplicación de la traducción fonética FONETIX. En cualquier caso, los algoritmos utilizados son los mismos y fueron creados para ser aplicado sobre cadenas de caracteres; el hecho de denominarlos ortográficos o fonéticos en este trabajo obedece al tipo de cadena sobre la que se aplica.

1.- EDR

Al separar por sub-rangos y grupos las parejas de nombres de medicamentos según este algoritmo se obtuvo el resultado que se observa en la Tabla 5 y las Figuras 8 y 9.

Rangos Ort EDR	Control	Similares
(-0,00156;0,142]	0	2
(0,142;0,284]	0	29
(0,284;0,426]	0	113
(0,426;0,568]	1	164
(0,568;0,71]	14	106
(0,71;0,852]	55	32
(0,852;0,994]	129	5
(0,994;1,14]	180	2
(1,14;1,28]	49	0
(1,28;1,42]	19	0
(1,42;1,56]	6	0

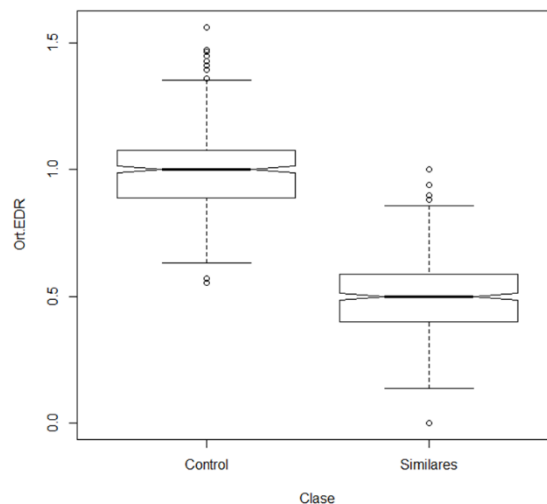


Figura 8.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico EDR

Tabla 5.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico EDR

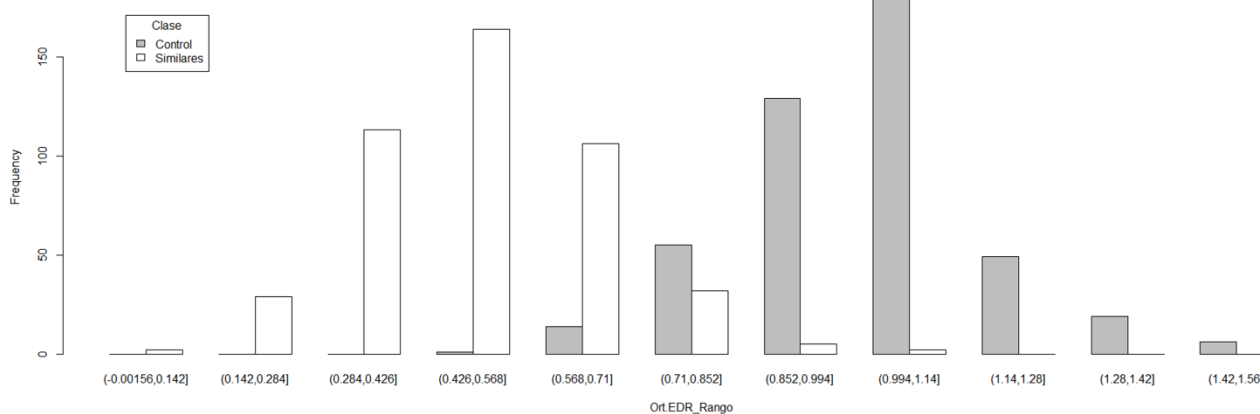


Figura 9.- Distribución por sub-rangos según el Algoritmo Ortográfico EDR

Para resolver si estas distribuciones presentaban diferencias entre sí se aplicó la prueba no paramétrica de Ji-cuadrado obteniéndose el siguiente resultado:

$$\chi^2 = 744,47$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Al aplicar la prueba Ji-cuadrado aparecieron frecuencias esperadas menores a cinco lo que haría aconsejable aplicar la prueba exacta de Fisher, sin embargo el tamaño de la muestra es lo suficientemente grande como para considera aceptable el resultado obtenido con Ji-cuadrado (Field, 2005).

A la vista de la Tabla y de las Figuras es evidente, como era de esperar, que el grupo Control tiende a alcanzar valores más altos por la aplicación de algoritmo EDR mientras que el grupo Similares se concentra en los valores más bajos. Al estudiar la Tabla 5 se observa que el grupo Control presenta sólo 15 parejas de nombres de medicamentos con valores menores o iguales a 0,71, y el grupo Similares sólo 7 con valores superiores a 0,852. Esto sugiere que se deberá estudiar más detenidamente el sub-rango (0,710; 0,852] para buscar un punto de corte más ajustado, ya que lógicamente se debe encontrar en este intervalo. Para ello se hizo una nueva división del rango de valores de EDR, esta vez en 41 sub-rangos, y de este proceso se obtuvo la Figura 10.

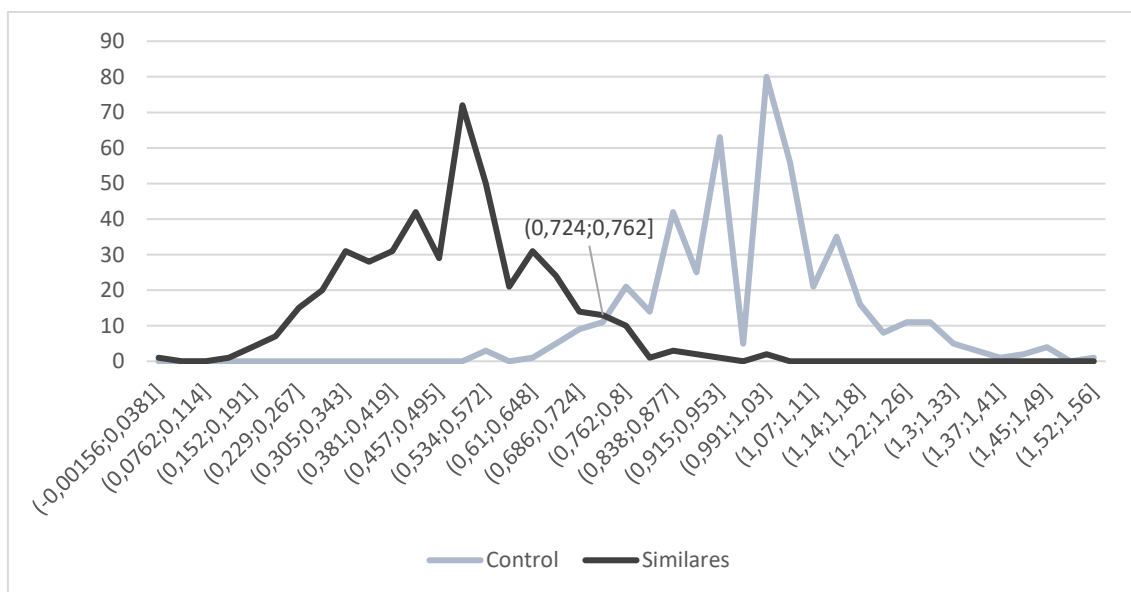


Figura 10.- Distribución fina del algoritmo EDR en el estudio ortográfico

Como se puede observar que el cruce de las curvas se produce en el sub-rango (0,724; 0,762] y al analizar los dos posibles puntos de corte a cada lado del intervalo se tiene, mediante Ji-cuadrado el siguiente resultado:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,724	18	32	92,94	96,03	717,72	1	<0,001	0,890
0,762	29	19	95,81	93,60	724,53	1	<0,001	0,894

A la vista de estos resultados el punto de corte más adecuado sería 0,762 en este algoritmo ya que es aquel en el que la v de Cramer obtiene el valor más alto, de forma que si el valor de EDR es mayor a 0,762 se podría considerar que las parejas de nombres de medicamentos no deberían producir confusión mientras que si el valor es menor es posible que se produzca confusión.

2.- NED

En la Tabla 6 y las Figuras 11 y 12 se muestran los resultados obtenidos para el algoritmo NED.

Rangos Ort NED	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	0	1
(0,0909;0,182]	0	5
(0,182;0,273]	0	31
(0,273;0,364]	0	71
(0,364;0,455]	0	116
(0,455;0,545]	3	106
(0,545;0,636]	17	75
(0,636;0,727]	27	30
(0,727;0,818]	120	15
(0,818;0,909]	165	2
(0,909;1]	121	1

Tabla 6.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico NED

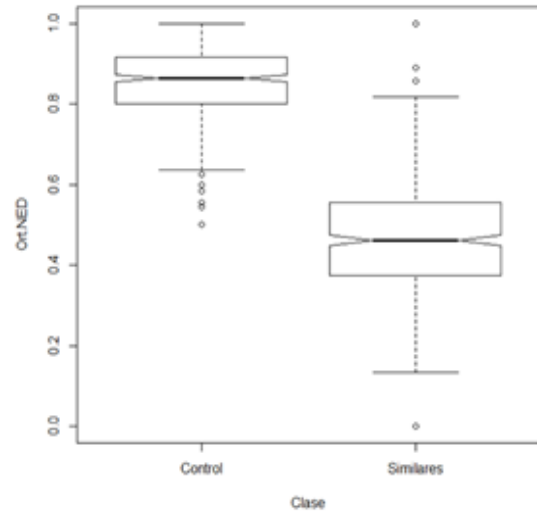


Figura 11.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico NED

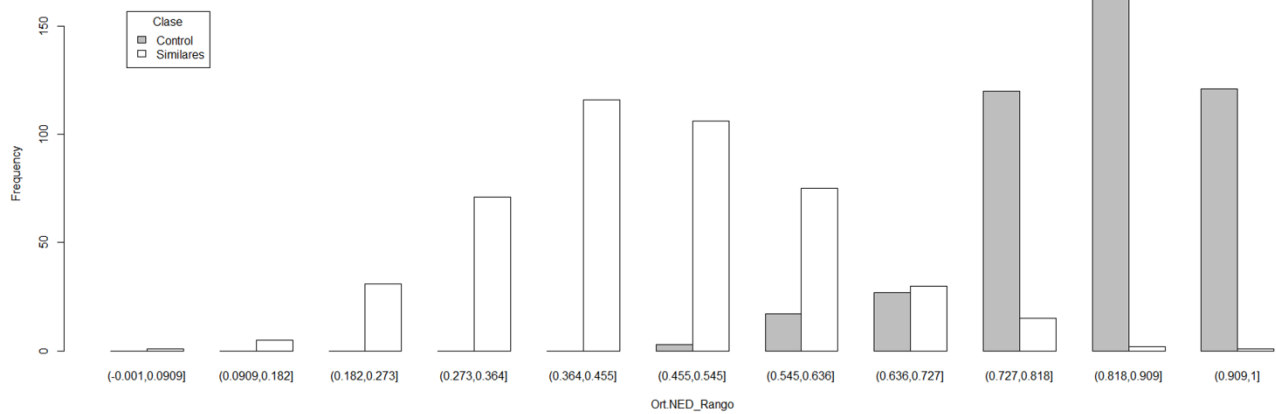


Figura 12.- Distribución por sub-rangos según el Algoritmo Ortográfico NED

Aplicando nuevamente Ji-cuadrado para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de la distribución se obtiene

$$\chi^2 = 716,85$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

En esta ocasión se puede ver que el intervalo crítico es (0,636; 0,727]. Se aplica de nuevo el sistema anterior de 41 sub-rangos llegando a poder construir la Figura 13.

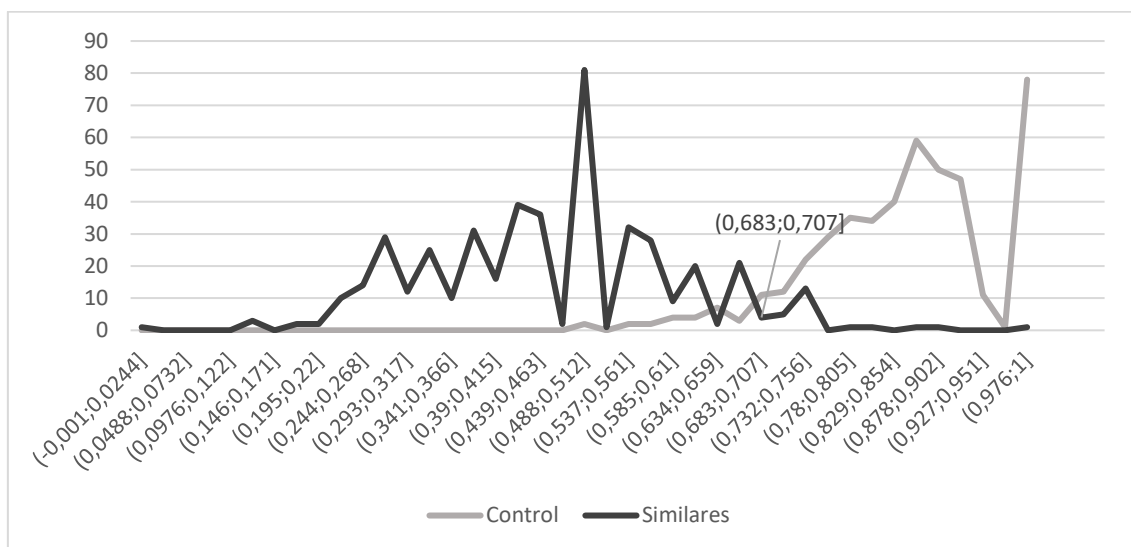


Figura 13.- Distribución fina del algoritmo NED en la aproximación ortográfica

El intervalo más preciso debe ser (0,683; 0,707]. Si estudiamos los dos posibles puntos de corte se obtiene:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,683	24	27	94,04	94,70	713,51	1	<0,001	0,887
0,707	35	23	94,92	92,27	689,34	1	<0,001	0,872

A la vista de estos datos, en este algoritmo el mejor resultado se consigue con un punto de corte en 0,683 ya que es en el que se obtiene el mayor valor de la v de Cramer.

Se considera por lo tanto que valores inferiores a 0,683 indican que la probabilidad de confusión es mayor frente a aquellos con un valor del algoritmo superior al valor de referencia en los que se considera que no debería producirse confusión entre los nombres de los medicamentos.

3.- AMED

En la Tabla 7 y las Figuras 14 y 15 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo AMED.

Rangos Ort AMED	Control	Similares
(-0,00156;0,142]	0	4
(0,142;0,284]	0	34
(0,284;0,426]	0	113
(0,426;0,568]	1	166
(0,568;0,71]	15	99
(0,71;0,852]	60	30
(0,852;0,994]	129	5
(0,994;1,14]	176	2
(1,14;1,28]	47	0
(1,28;1,42]	19	0
(1,42;1,56]	6	0

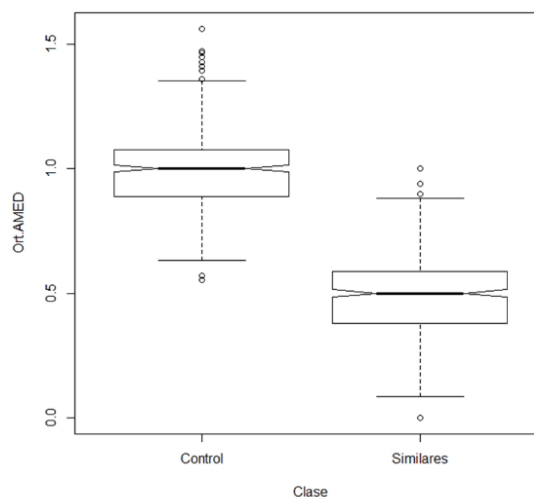


Figura 14.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico AMED

Tabla 7.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico AMED

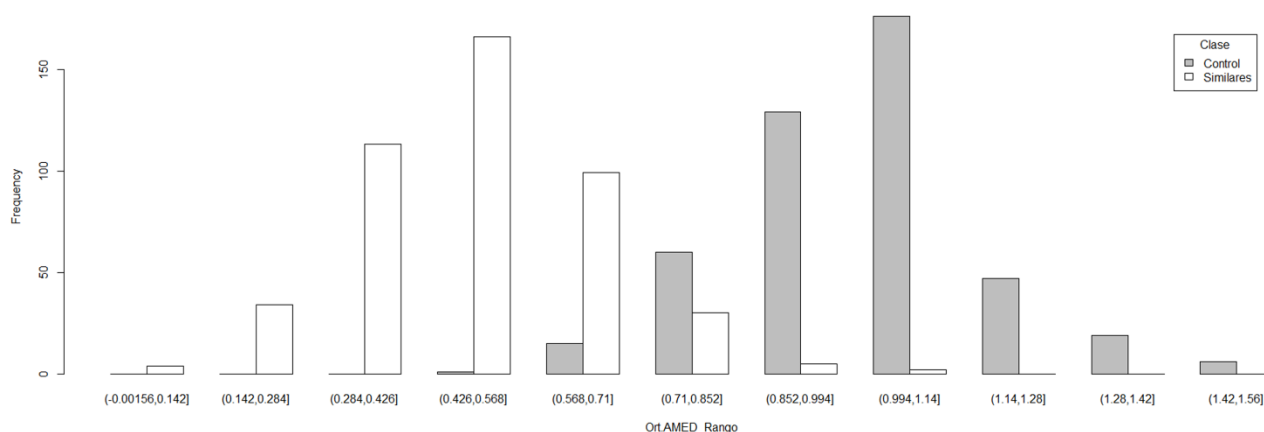


Figura 15.- Distribución por sub-rangos según el Algoritmo Ortográfico AMED

Al aplicar la prueba Ji-cuadrado a la distribución en sub-rangos se observa que existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de la muestra como se muestra a continuación:

$$\chi^2 = 742,75$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Al ser el algoritmo del grupo de los que utilizan ED como parámetro de medición, es decir, al resaltar diferencias y no similitudes, se observa que el grupo Control alcanza valores mayores que el grupo Similares, como ocurre en EDR y NED. Se buscará un punto de corte en el sub-rango (0,710; 0,852], para lo que deberemos aumentar a 41 el número de sub-rangos calculado, como se muestra en la Figura 16.

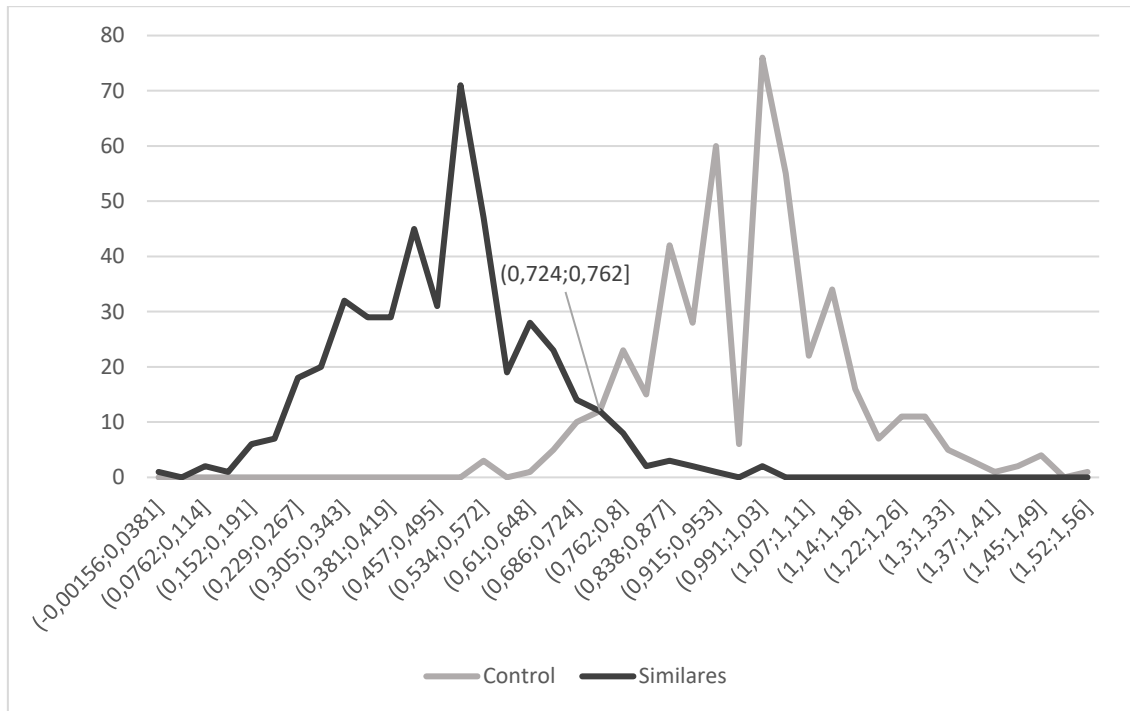


Figura 16.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico AMED

Ahora el punto de corte se encuentra en el sub-rango (0,724; 0,762], obteniéndose:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,724	19	30	93,38	95,81	721,03	1	<0,001	0,892
0,762	31	18	96,03	93,16	721,19	1	<0,001	0,892

En esta ocasión se obtienen valores iguales o, para ser precisos, muy similares de la v de Cramer, siendo ligeramente superior, si se analizan más decimales, y a la vista del valor del estadístico χ^2 . Por ello el punto de corte más apropiado será 0,762.

4.- BIGRAM

En la Tabla 8 y las Figuras 17 y 18 se pueden ver los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo BIGRAM.

Rangos Ort BIGRAM	Control	Similares
(-0,000875;0,0795]	302	28
(0,0795;0,159]	106	59
(0,159;0,239]	29	45
(0,239;0,318]	14	91
(0,318;0,398]	1	68
(0,398;0,477]	1	85
(0,477;0,557]	0	40
(0,557;0,636]	0	12
(0,636;0,716]	0	14
(0,716;0,795]	0	9
(0,795;0,876]	0	2

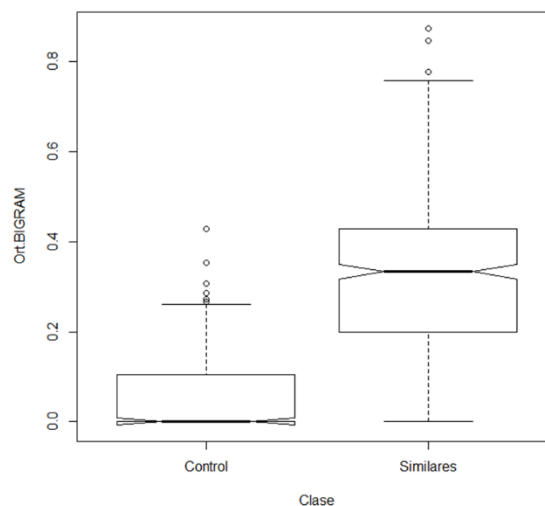


Figura 1.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico BIGRAM

Tabla 8.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico BIGRAM

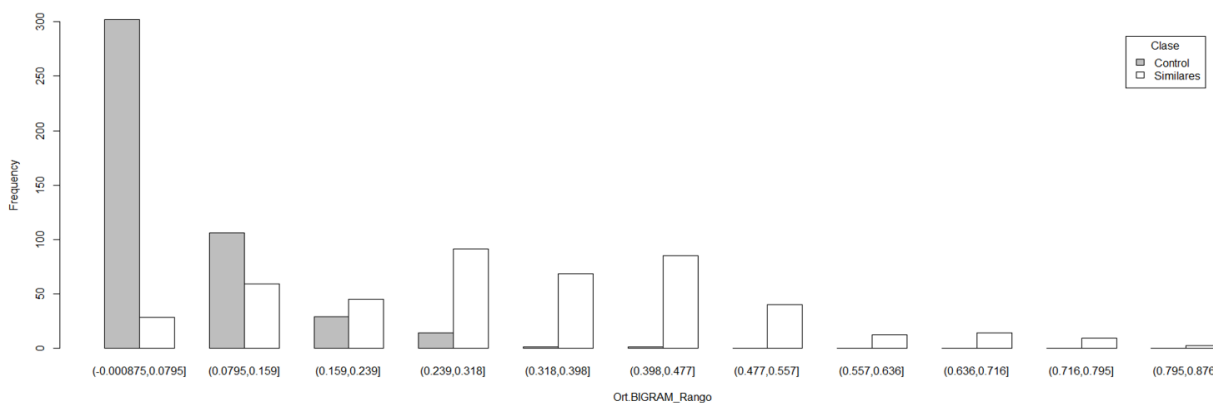


Figura 2.- Distribución por sub-rangos según el Algoritmo Ortográfico BIGRAM

Aplicando nuevamente Ji-cuadrado para estudiar si existen diferencias entre los grupos se obtiene:

$$\chi^2 = 542,92$$

$$g| = 10$$

$$p < 0,001$$

A pesar de que se verifican diferencias estadísticamente significativas en las distribuciones de los dos grupos, Similares y Control, este algoritmo no es aceptable para establecer un punto de corte, ya que se pueden obtener muy buenos resultados de E pero a costa de unos muy malos valores de S. Por ello no se consideró interesante para el resultado fijar puntos de corte posibles.

5.- BIGRAM1B

Los resultados de la aplicación del algoritmo BIGRAM1B se presentan en la Tabla 9 y las Figuras 19 y 20.

Rangos Ort BIGRAM1B	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	307	1
(0,0909;0,182]	102	42
(0,182;0,273]	30	34
(0,273;0,364]	11	77
(0,364;0,455]	3	100
(0,455;0,545]	0	95
(0,545;0,636]	0	59
(0,636;0,727]	0	30
(0,727;0,818]	0	8
(0,818;0,909]	0	5
(0,909;1]	0	2

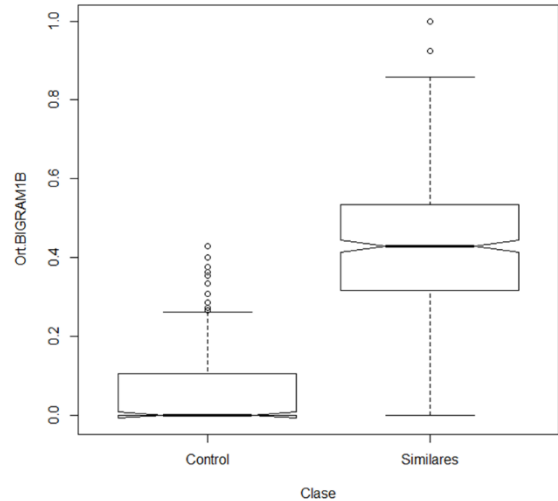


Figura 19.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico BIGRAM1B

Tabla 9.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico BIGRAM1B

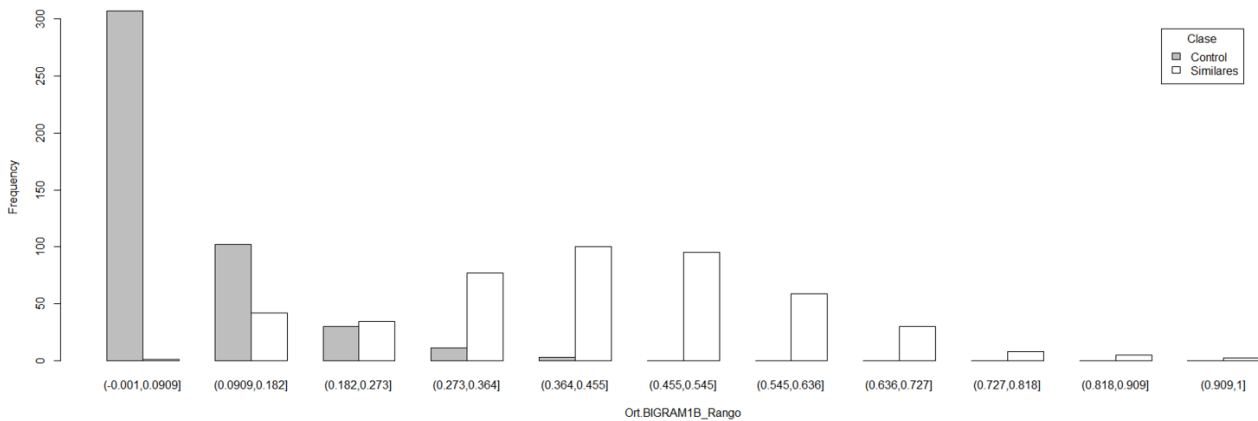


Figura 20.- Distribución de sub-rangos según el Algoritmo Ortográfico BIGRAM1B

Aplicando Ji-cuadrado se obtienen los siguientes valores:

$$\chi^2 = 669,11$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Al estudiar la Tabla de distribución se puede ver que el punto de equilibrio ideal en 0,182 en el cual, tras aplicar ji-cuadrado, se obtiene:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,182	44	43	90,51	90,29	591,42	1	<0,001	0,808

Como se ve el resultado continúa siendo poco satisfactorio, estando los valores obtenidos de E y S lejos de los alcanzados con los algoritmos basados en la ED.

6.- TRIGRAM

Los resultados obtenidos con la aplicación de TRIGRAM se pueden consultar en la Tabla 10 y las Figuras 21 y 22.

Rangos Ort TRIGRAM	Control	Similares
(-0,00075;0,0682]	431	164
(0,0682;0,136]	19	63
(0,136;0,205]	2	62
(0,205;0,273]	0	62
(0,273;0,341]	1	39
(0,341;0,409]	0	20
(0,409;0,477]	0	19
(0,477;0,545]	0	8
(0,545;0,614]	0	8
(0,614;0,682]	0	6
(0,682;0,751]	0	2

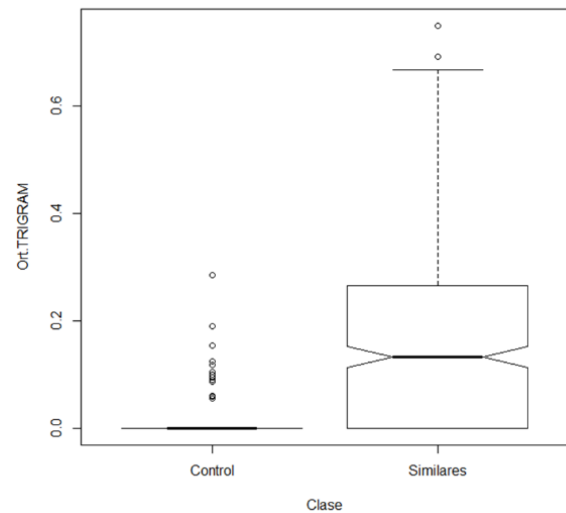


Figura 21.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico TRIGRAM

Tabla 10.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico TRIGRAM

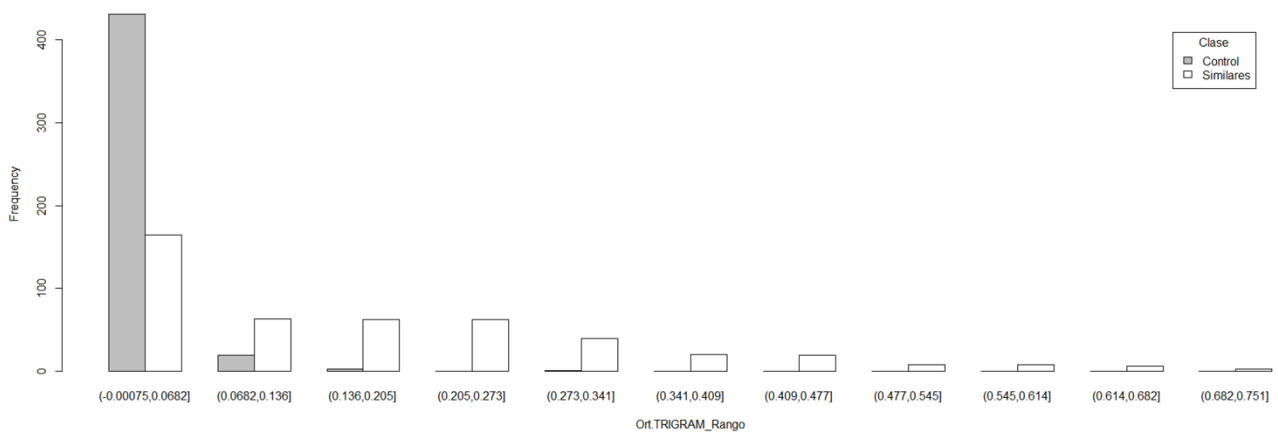


Figura 22.- Distribución por sub-rangos según el Algoritmo Ortográfico TRIGRAM

Al utilizar la prueba Ji-cuadrado para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución por sub-rangos se obtienen siguientes resultados:

$$\chi^2 = 360,77$$

$$gl= 10$$

$$p < 0,001$$

Como ya ocurrió con BIGRAM, este algoritmo tiene una desviación hacia la izquierda en ambos grupos importante lo que no permite ensayar posibles puntos de corte.

7.- TRIGRAM2B

En la Tabla 11 y las Figuras 23 y 24 se muestran los resultados de la aplicación del algoritmo TRIGRAM2B en la aproximación ortográfica.

Rangos Ort TRIGRAM2B	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	410	26
(0,0909;0,182]	36	82
(0,182;0,273]	6	67
(0,273;0,364]	1	94
(0,364;0,455]	0	67
(0,455;0,545]	0	68
(0,545;0,636]	0	31
(0,636;0,727]	0	11
(0,727;0,818]	0	4
(0,818;0,909]	0	2
(0,909;1]	0	1

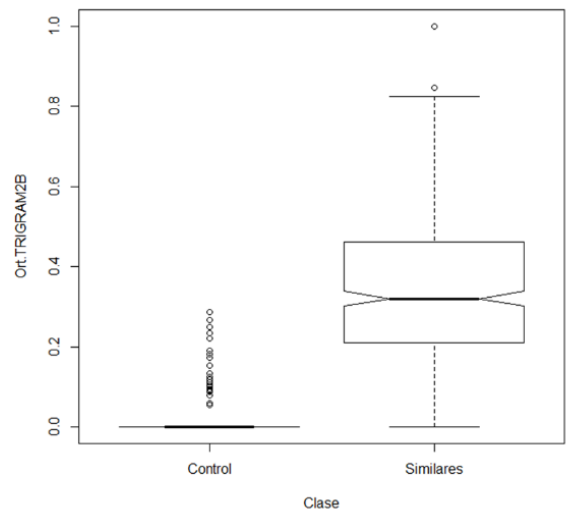


Figura 23.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico TRIGRAM2B

Tabla 11.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico TRIGRAM2B

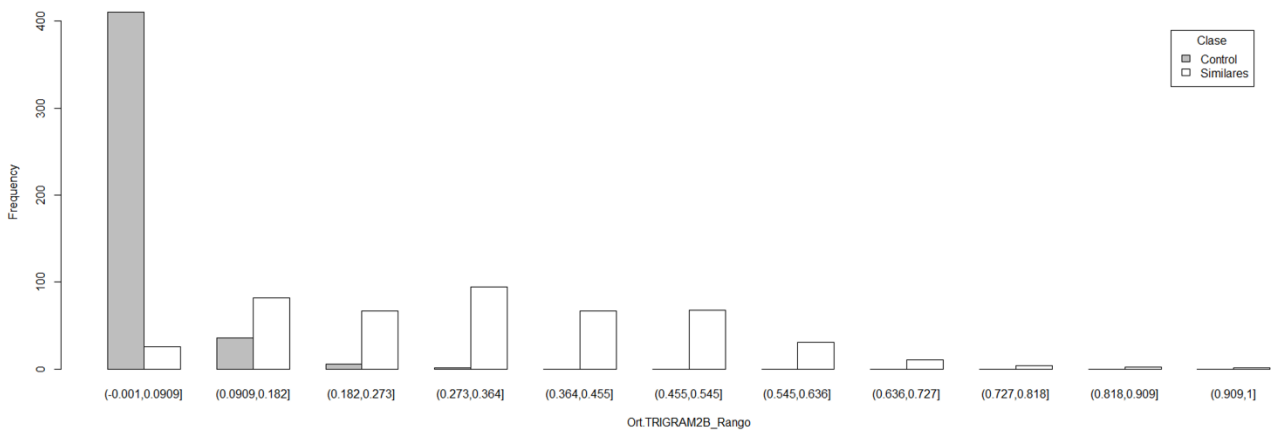


Figura 24.- Distribución por sub-rangos según el Algoritmo Ortográfico TRIGRAM2B

Aplicando el test Ji-cuadrado para estudiar la diferencia entre las distribuciones de los grupos se llega a:

$$\chi^2 = 682,15$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Ahora al estudiar la Tabla y la gráfica se puede definir el intervalo (0,0909; 0,1820] es, en este algoritmo, el intervalo en el que se debe encontrar el mejor punto de corte. Aplicando un grupo de 41 sub-rangos se llega a la Figura 25.

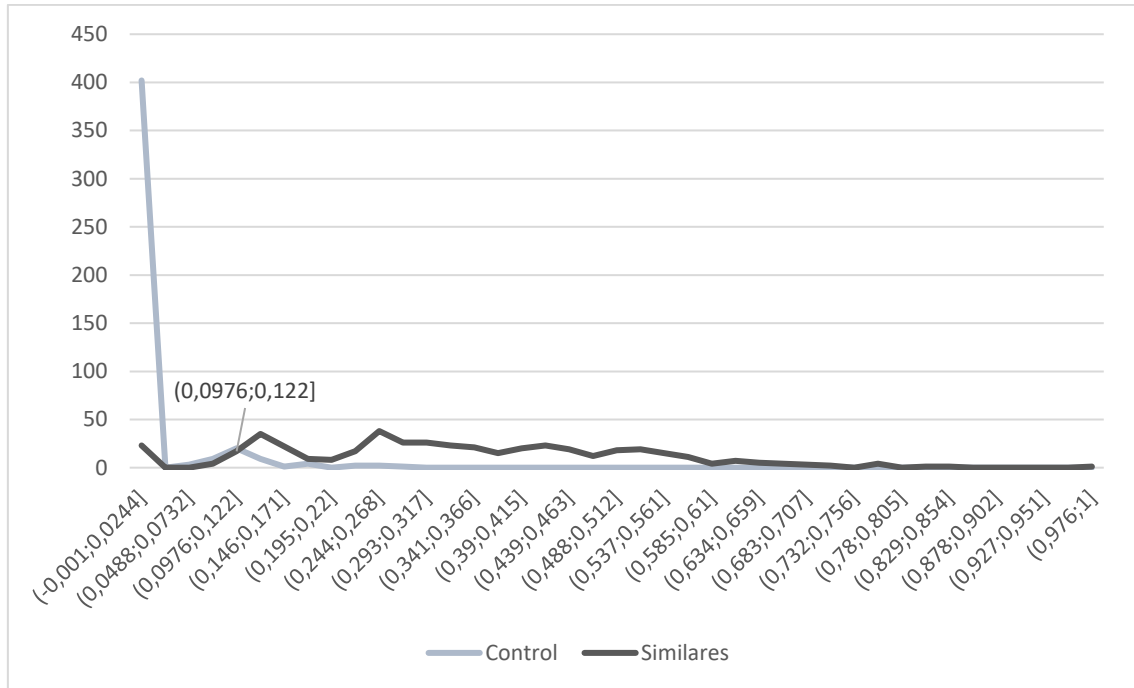


Figura 25.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico TRIGRAM2B

Ahora se pueden estudiar los cortes en el intervalo (0,0976; 0,1220], obteniendo los siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,0976	39	27	94,04	91,39	661,70	1	<0,001	0,855
0,1220	19	44	90,29	95,81	673,57	1	<0,001	0 862

A la vista de los valores que toma la v de Cramer para los dos cortes, el más apropiado sería el punto 0,1220 pudiéndose considerar que aquellas parejas que presenten un valor superior al punto de corte pueden llevar a confusión y las que arrojen valores inferiores no.

8.- LCSR1

Los resultados que ofrece la aplicación del algoritmo LCSR1 se muestran en la Tabla 12 y las Figuras 26 y 27.

Rangos Ort LCSR1	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	25	0
(0,0909;0,182]	148	1
(0,182;0,273]	152	2
(0,273;0,364]	87	13
(0,364;0,455]	34	53
(0,455;0,545]	7	101
(0,545;0,636]	0	147
(0,636;0,727]	0	96
(0,727;0,818]	0	36
(0,818;0,909]	0	3
(0,909;1]	0	1

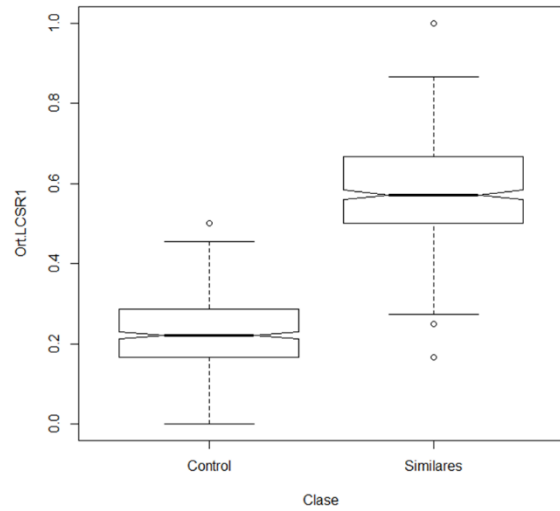


Figura 26.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico LCSR1

Tabla 1.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico LCSR1

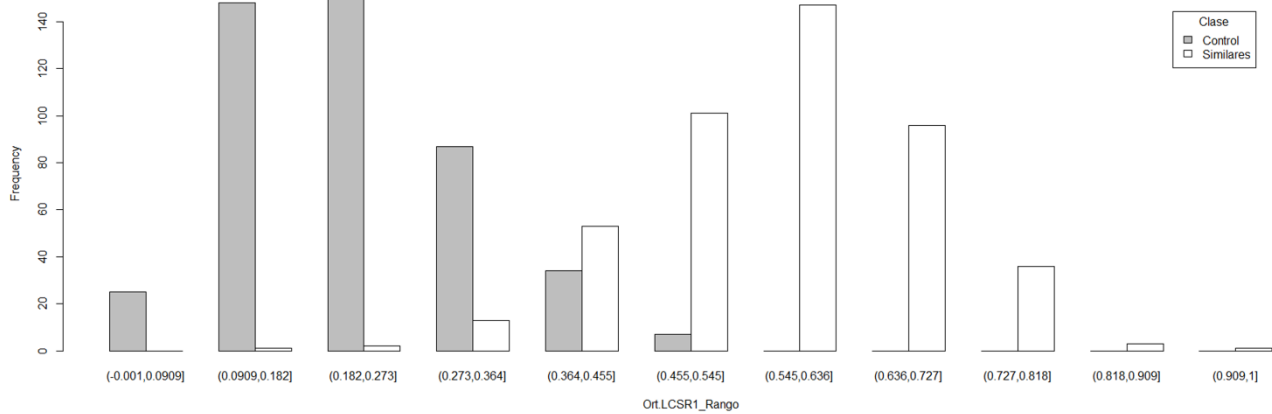


Figura 27.- Distribución por sub-rangos según el Algoritmo Ortográfico LCSR1

Al aplicar Ji-cuadrado, para verificar si existen o no diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de la muestra se obtiene:

$$\chi^2 = 739,85$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

A la vista de la Tabla 12 y la Figura 27 parece que el punto de corte más apropiado se encuentra en el intervalo (0,364; 0,455]. Se estudiarán a continuación posibles puntos de corte aplicando una división del rango de valores del algoritmo en 41 sub-rangos, como se puede ver en la Figura 28.

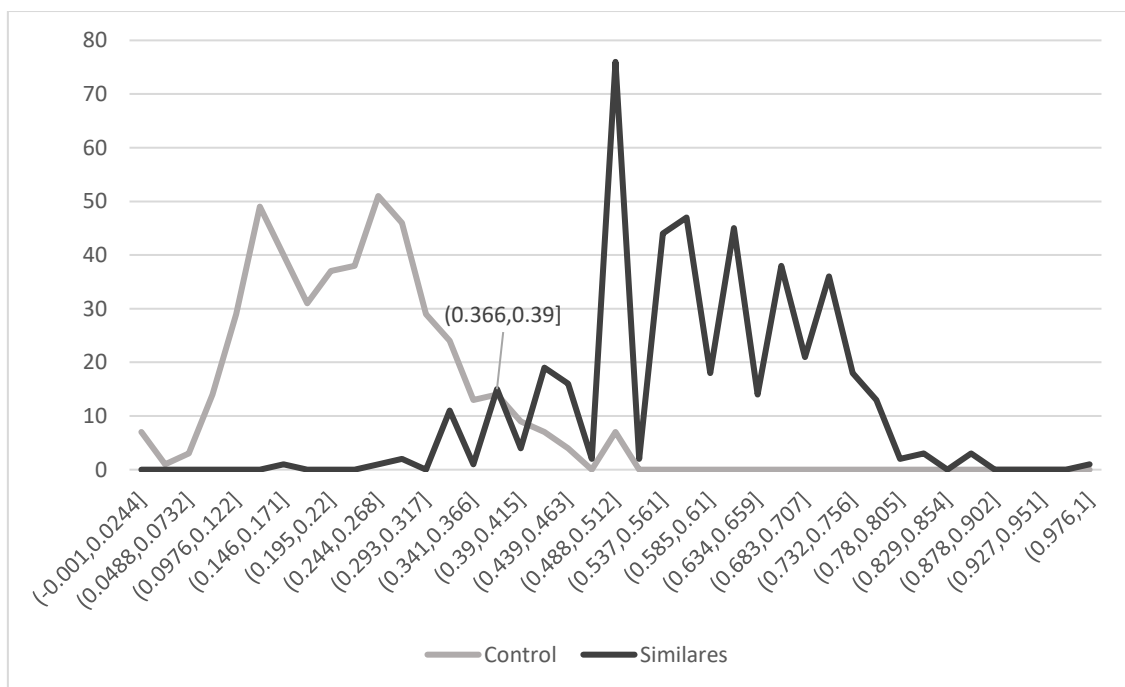


Figura 3.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico LCSR1

El sub-rango que parece adecuado para buscar el punto de corte es (0,366; 0,390]. Se pasará a estudiar los valores en los extremos del intervalo:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,366	41	16	96,47	90,95	694,46	1	<0,001	0,876
0,390	27	31	93,16	94,04	688,91	1	<0,001	0,872

De los datos se deduce que el punto de corte más adecuado sería 0,366 para este algoritmo ya que con él se obtiene el valor más alto de la v de Cramer. Por lo tanto, observar valores a 0,366 de este algoritmo en una pareja de nombres de medicamento indicará posible confusión y valores más bajos se entenderán como signo de que los nombres se pueden diferenciar.

9.- LCSR2

Se pasa a estudiar el otro algoritmo de esta familia, LCSR2, pudiendo consultarse los resultados que se derivan de su aplicación en la Tabla 13 y las Figuras 29 y 30.

Rangos Ort LCSR2	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	12	0
(0,0909;0,182]	96	1
(0,182;0,273]	151	1
(0,273;0,364]	125	7
(0,364;0,455]	50	32
(0,455;0,545]	16	91
(0,545;0,636]	3	128
(0,636;0,727]	0	109
(0,727;0,818]	0	70
(0,818;0,909]	0	11
(0,909;1]	0	3

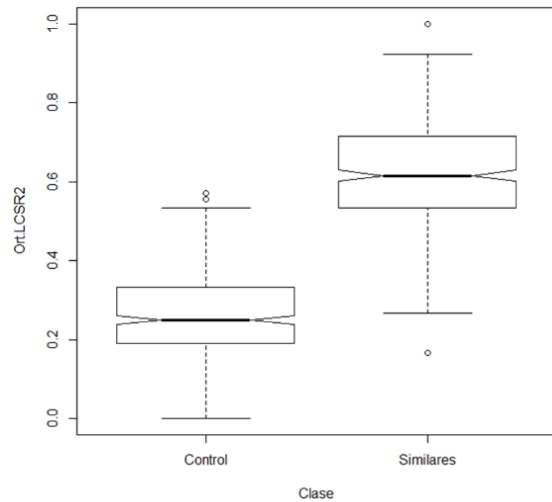


Figura 4.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico LCSR2

Tabla 2.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico LCSR2

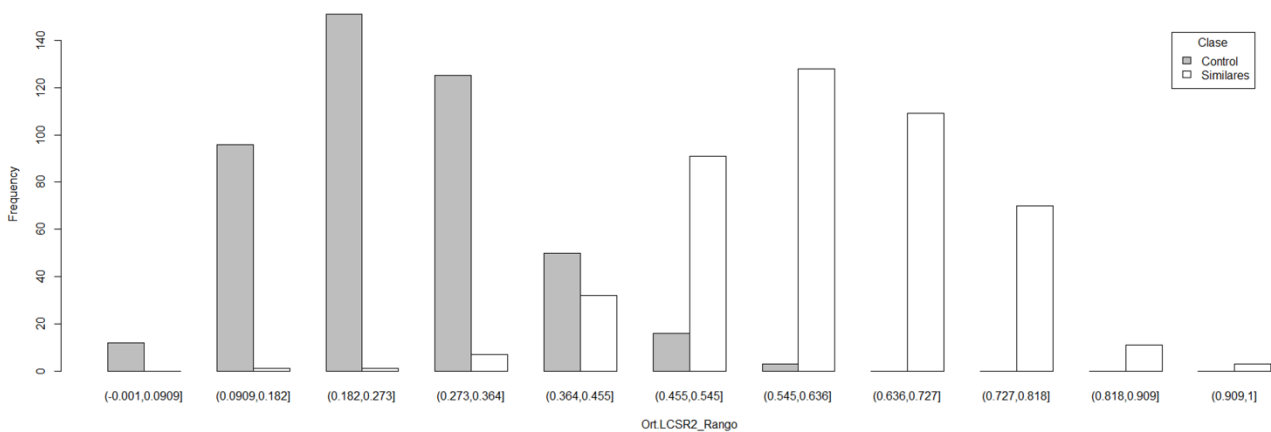


Figura 30.- Distribución por sub-rangos según el Algoritmo Ortográfico LCSR2

Se aplica ji-cuadrado para comparar las distribuciones obtenidas llegando a los siguientes resultados:

$$\chi^2 = 727,35$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Al estudiar los resultados obtenidos se observa que, al igual que con el algoritmo LCSR1, el intervalo crítico en el que se deberá buscar el punto de corte más adecuado es (0,364; 0,455]. Nuevamente se aplica una nueva distribución con 41 sub-rangos llegando a los resultados que se muestran la Figura 31.

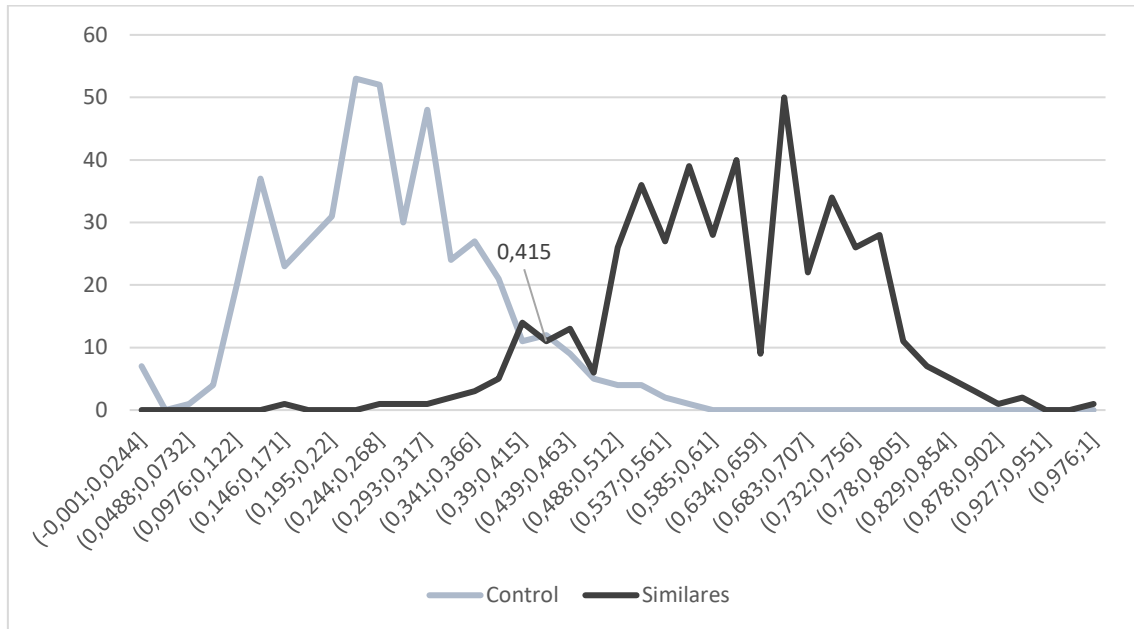


Figura 31.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico LCSR2

Del estudio de esta distribución se llega a determinar un punto de corte en 0,415 coincidiendo con el punto de separación de los sub-rangos (0,390; 0,415] y (0,415; 0,439] en la nueva distribución en 41 sub-rangos.

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,415	37	28	93,82	91,83	664,92	1	<0,001	0,857

Se puede considerar que los valores superiores a 0,415 del algoritmo LCSR2 indican que podría existir confusión entre los nombres de medicamentos comparados.

A la vista de los resultados obtenidos para los algoritmos utilizados podemos indicar que aquellos que utilizan ED tienen comportamientos opuestos a los que usan la fórmula de Dice o los que hacen uso del LCS; también que en los primeros priman las diferencias y arrojan resultados más altos al grupo Control y los otros dos grupos de algoritmos remarcan las similitudes produciendo valores más bajos en el grupo Control. Esta característica se podrá aprovechar a la hora de utilizar los algoritmos Mixtos siendo de hecho la base sobre la que se intuyó la utilidad de hacer la prueba en la conformación de los mismos.

Es también interesante observar que tanto BIGRAM como TRIGRAM sufren un desplazamiento hacia la izquierda tan fuerte en ambos grupos que los invalida a la hora de diferenciar los grupos con valores que se acerquen siquiera a los que se buscan, por lo que son dos algoritmos que se pueden considerar no interesantes en su uso en lo que resta de estudio.

Por último, destacar los valores obtenidos en los puntos de corte escogidos para cada algoritmo. Como se puede ver en la Tabla 14, los valores para la v de Cramer están en el orden del 0,8 (rango 0,808-0,894), habiéndose obtenido los valores más altos en los tres algoritmos del grupo que utiliza ED como parámetro de medición.

Algoritmo	Punto de Corte	S (%)	E (%)	v de Cramer
EDR	0,764	95,81	93,60	0,894
NED	0,683	94,04	94,70	0,887
AMED	0,762	96,03	93,16	0,892
BIGRAM1B	0,182	90,51	90,29	0,808
TRIGRAM2B	0,122	90,29	95,81	0,862
LCSR1	0,366	96,47	90,95	0,876
LCSR2	0,415	93,82	91,83	0,857

Tabla 3.- Resumen de los punto de corte de los Algoritmos Ortográficos Simples

II.- ALGORITMOS MIXTOS Y COMPLEJOS: APROXIMACIÓN ORTOGRÁFICA

Como ya se ha comentado, los grupos de algoritmos presentan dos comportamientos diferentes al medir un grupo las diferencias entre cadenas y los otros dos las similitudes entre ellas. Se va a denominar grupo A al formado por los algoritmos que miden diferencias, es decir EDR, NED y AMED, y grupo B al formado por el resto de los algoritmos, los que miden similitudes, BIGRAM1B, TRIGRAM2B, LCSR1 y LCSR2. No se van a considerar los algoritmos BIGRAM y TRIGRAM porque los resultados obtenidos con ellos no se consideran apropiados para el objeto de este estudio.

De este modo se puede decir que:

$$\text{Mediana}(\text{Control A}) - \text{Mediana}(\text{Similares A}) = \text{DifA} > 0$$

$$\text{Mediana}(\text{Control B}) - \text{Mediana}(\text{Similares B}) = \text{DifB} < 0$$

Y por lo tanto se puede deducir que:

$$\text{DifA} - \text{DifB} > 0 \text{ y también } \text{DifA} - \text{DifB} > \text{DifA} \text{ (y } > \text{DifB)} \quad (\text{Eq. 7})$$

Ya que $(-\text{DifB}) > 0$, luego:

$$\text{DifA} - \text{DifB} = \text{DifA} + (-\text{DifB})$$

Evidentemente también se cumplirán las siguientes desigualdades:

$$\text{DifB} - \text{DifA} < 0 \text{ y también } \text{DifB} - \text{DifA} < \text{DifB} \text{ (y } < \text{DifA)} \quad (\text{Eq. 8})$$

Estas dos inecuaciones, Ecuación 7 y Ecuación 8, hicieron intuir que la resta de los algoritmos del grupo B a los del grupo A y viceversa podrían aumentar las diferencias entre las parejas de nombres de medicamentos entre las clases a las que pertenecían, Similares y Control, por lo que se ensayaron algunos algoritmos que se denominaron Algoritmos Ortográficos Mixtos.

En la construcción de los Algoritmos Ortográficos Mixtos, se fueron haciendo pruebas que evidenciaron que el algoritmo BIGRAM1B no ofrece resultados interesantes por lo que no se utilizó en este tipo de algoritmos. Sin embargo, el algoritmo TRIGRAM2B resultó de gran utilidad dadas sus propias características. El 90,51% de las parejas del grupo Control tienen valor cero con este algoritmo frente a sólo el 5,74% de grupo Similares. Esto supone que al restar los valores de TRIGRAM2B a cualquiera de los algoritmos del grupo A, el grupo Control quedará en la mayoría de los casos invariado y el grupo Similares disminuirá su valor. Esto significa que en un muy alto porcentaje de parejas de nombres de medicamentos se deberá verificar que las diferencias entre los dos grupos aumentan.

La lista de algoritmos construidos se presentó en la Tabla 1 dentro del apartado Materiales y Métodos, y se incluyen también a continuación:

EDR - TRIGRAM2B	EDR + NED - TRIGRAM2B
NED - TRIGRAM2B	LCSR1 + TRIGRAM2B – (EDR + NED)
LCSR1 + TRIGRAM2B - NED	LCSR1 +TRIGRAM2B - 2xNED
TRIGRAM2B - 2xEDR	LCSR2 + TRIGRAM2B - 2xEDR
LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xEDR	AMED - TRIGRAM2B

Como se hizo con los Algoritmos Ortográficos Simples, antes de empezar un estudio en detalle del comportamiento de cada uno de ellos, se realizó un análisis estadístico para ver si la distribución de cada algoritmo por grupos era normal o no y decidir qué prueba estadística era la más apropiada para estudiar si diferenciaban entre los dos grupos, Control y Similares. Para lo cual se aplicó el test de normalidad de Shapiro Wilk

Esta prueba nuevamente verificó que ninguno de los algoritmos presentaban distribución normal simultáneamente en los grupos Similares y Control, tal y como se presenta en la siguiente Tabla 15.

Algoritmo	Control		Similares	
	W	p	W	p
EDR – TRIGRAM2B	0,979	<0,001	0,993	0,049
NED – TRIGRAM2B	0,902	<0,001	0,994	0,071
LCSR1 + TRIGRAM2B - NED	0,951	<0,001	0,995	<0,198
TRIGRAM2B – 2xEDR	0,986	<0,001	0,996	0,342
LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xEDR	0,993	0,038	0,996	0,368
EDR + NED – TRIGRAM2B	0,976	<0,001	0,996	0,405
LCSR1 + TRIGRAM2B – (EDR + NED)	0,980	<0,001	0,996	0,345
LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xNED	0,956	0,002	0,996	0,343
LCSR2 + TRIGRAM2B – 2xEDR	0,992	0,015	0,997	0,442
AMED – TRIGRAM2B	0,982	<0,001	0,994	0,055

Tabla 4.- Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Se pasó, posteriormente, a verificar que todos los algoritmos presentan diferencias estadísticamente significativas entre el grupo Control y el grupo Similares. Para ello, como se hizo con los Algoritmos Ortográficos Simples se debe utilizar el test no paramétrico U de Mann-Whitney. A continuación, en la Tabla 16, se presentan los resultados de la aplicación de dicho test, confirmándose que en todos los casos existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Algoritmo	Mediana Control	Mediana Similares	W	p
EDR – TRIGRAM2B	1,00	0,17	203 540	<0,001
NED – TRIGRAM2B	0,86	0,14	203 190	<0,001
LCSR1 + TRIGRAM2B - NED	-0,63	0,43	1 750	<0,001
TRIGRAM2B – 2xE DR	-2,00	-0,70	1 756	<0,001
LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xE DR	-1,75	-0,10	1 658	<0,001
EDR + NED – TRIGRAM2B	1,83	0,67	203 360	<0,001
LCSR1 + TRIGRAM2B – (EDR + NED)	-1,62	-0,03	1 722	<0,001
LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xNED	-1,50	0,00	1 891	<0,001
LCSR2 + TRIGRAM2B – 2xE DR	-1,71	0,00	1 676	<0,001
AMED – TRIGRAM2B	1,00	0,17	203 580	<0,001

Tabla 5.- Test de U de mann Whitney

A continuación, se irán estudiando uno a uno los diferentes Algoritmos Ortográficos Mixtos escogidos en el estudio. Un resumen de los resultados de la aplicación de estos algoritmos sobre las 906 parejas de nombres de medicamentos se presenta en el Anexo C.

1.- EDR – TRIGRAM2B (EDR.T2B)

Como se hizo con los Algoritmos Ortográficos Simples, una vez calculado para cada pareja de nombres de medicamentos el valor del algoritmo se establece el rango y se divide en 11 sub-rangos. A cada sub-rango se le asigna el número de parejas de medicamentos por grupos, y, de esta forma, se elabora la Tabla 17 y la Figura 33. Además, se incluye, también siguiendo la misma metodología ya utilizada, el diagrama de cajas en la Figura 32 para poder ver cómo se distribuyen los valores del algoritmo en cada grupo.

Rangos Ort. EDR.T2B	Control	Similares
(-1;-0,767]	0	1
(-0,767;-0,534]	0	3
(-0,534;-0,301]	0	24
(-0,301;-0,0682]	0	70
(-0,0682;0,165]	0	120
(0,165;0,398]	2	137
(0,398;0,631]	13	76
(0,631;0,864]	80	18
(0,864;1,1]	258	4
(1,1;1,33]	87	0
(1,33;1,57]	13	0

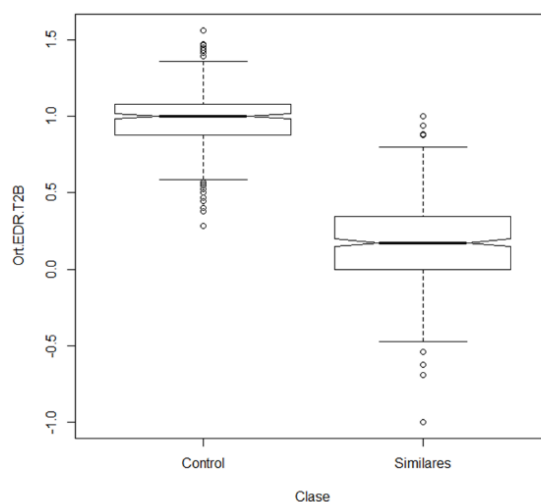


Figura 32.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico ERD.T2B

Tabla 6.- Sub-rango del Algoritmo Ortográfico ERD.T2B

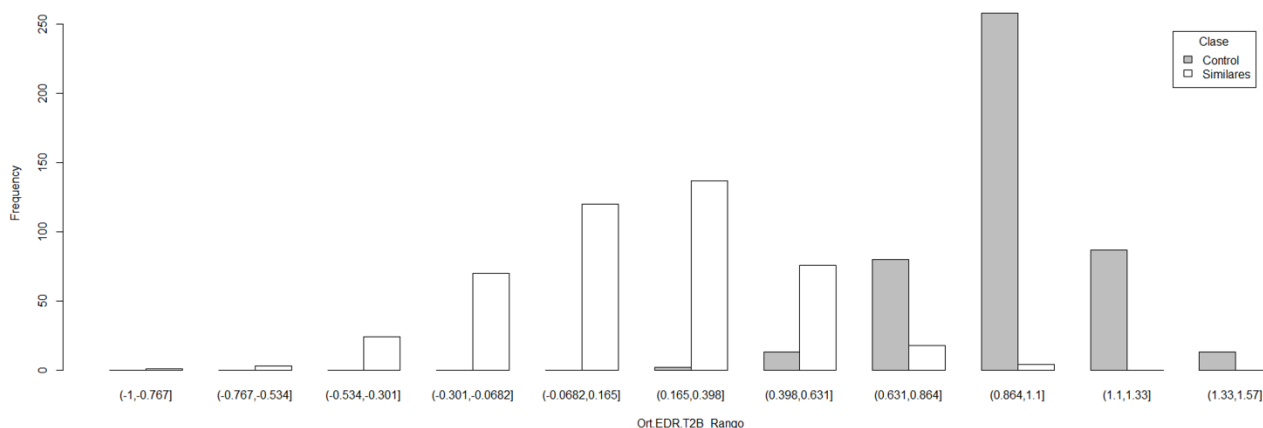


Figura 33.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Ortográfico Mixto ERD.T2B

A la vista de la Tabla 17 y las Figuras 32 y 33 parece que se confirma que la distribución entre grupos aumenta su separación. Se utiliza el test Ji-cuadrado para verificar la existencia de diferencias entre los dos grupos en la distribución por sub-rangos obteniéndose:

$$\chi^2 = 779,18 \quad \text{gl} = 10 \quad p < 0,001$$

Además de un modo directo se puede verificar que el punto de corte 0,631 arroja unos resultados mejores que los observados hasta este momento:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,631	15	22	95,14	96,69	764,23	1	<0,001	0,918

Este resultado ya cumple los objetivos buscados al mejorar los valores de S y E. Sin embargo, si se analiza con más detalle el comportamiento de las distribuciones de parejas de nombres de medicamentos entre los grupos aumentando a 41 el número de sub-rangos se llega a la Figura 34.

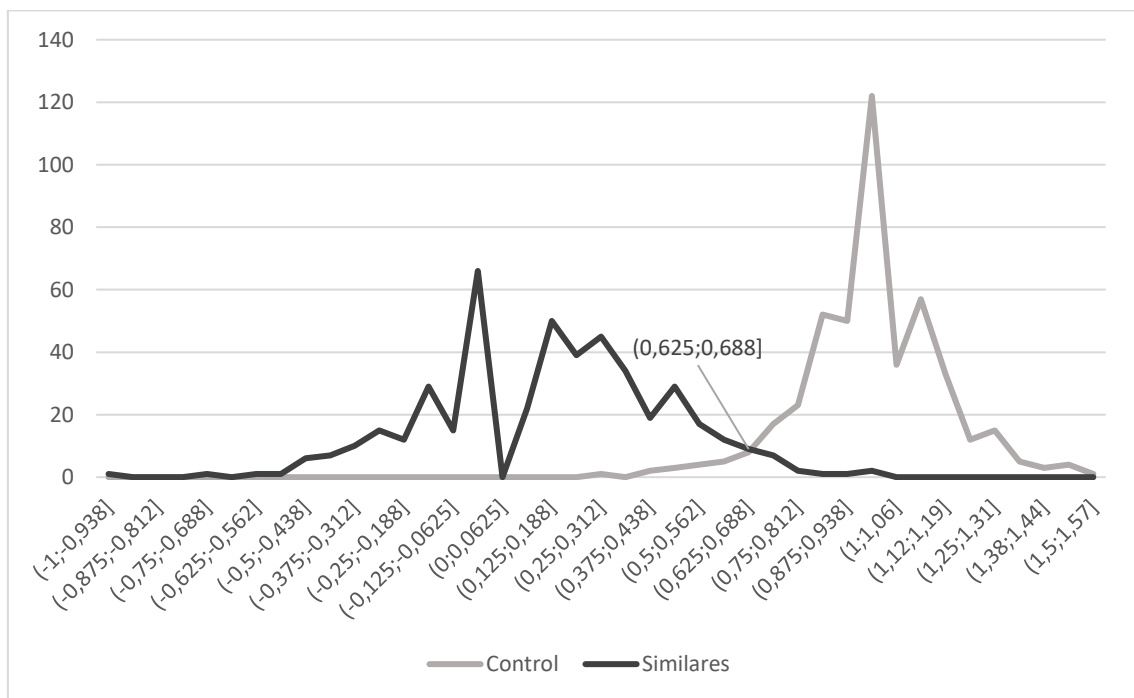


Figura 34.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico EDR- TRIGRAM2B

Si se busca en el intervalo (0,625; 0,688] el punto de mejor comportamiento se llega a:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,67	23	13	97,13	94,92	768,10	1	<0,001	0,921

Como se observa, se han determinado dos puntos de corte que ofrecen resultados superiores a los recogidos hasta el momento con los Algoritmos Ortográficos Simples. Entre estos dos resultados se pueden encontrar otros de similar validez, el que se haya decidido escoger el último se debe al valor de la v de Cramer, ya que este parámetro ofrece información sobre los resultados que aumentan la diferenciación en la distribución de los dos grupos Control y Similares al aplicar el algoritmo. Por ello se escoge el punto de corte 0,67 frente a 0,631, a pesar de que el último ofrece valores más equilibrados entre S y E.

A la vista de esta decisión se puede considerar que aquellas parejas de nombres de medicamentos que tengan un valor de $EDR - TRIGRAM2B < 0,67$ pueden producir confusión, mientras que aquellos en los que el algoritmo arroje un valor $EDR - TRIGRAM2B \geq 0,670$ no deberían producir confusión.

2.- NED-TRIGRAM2B (NED.T2B)

Se aplica la misma metodología a este algoritmo mixto, obteniéndose los resultados que se indican en la Tabla 18 y las Figuras 35 y 36.

Rangos Ort. NED.T2B	Control	Similares
(-1;-0,818]	0	1
(-0,818;-0,636]	0	1
(-0,636;-0,455]	0	7
(-0,455;-0,273]	0	30
(-0,273;-0,0909]	0	59
(-0,0909;0,0909]	0	82
(0,0909;0,273]	1	126
(0,273;0,455]	4	88
(0,455;0,636]	30	47
(0,636;0,818]	143	11
(0,818;1]	275	1

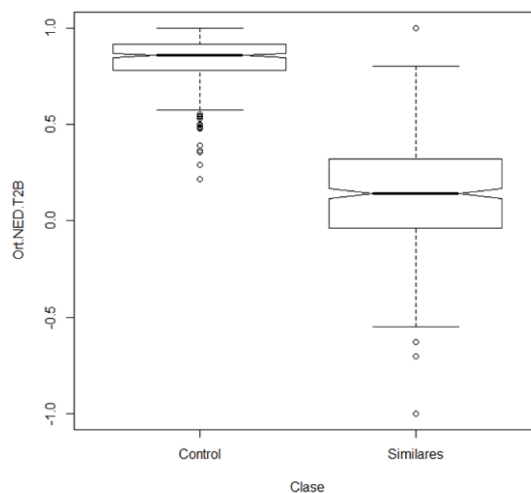


Figura 35.- Diagrama de cajas del Algoritmo Ortográfico NED - TRIGRAM2B

Tabla 7.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico NED.T2B

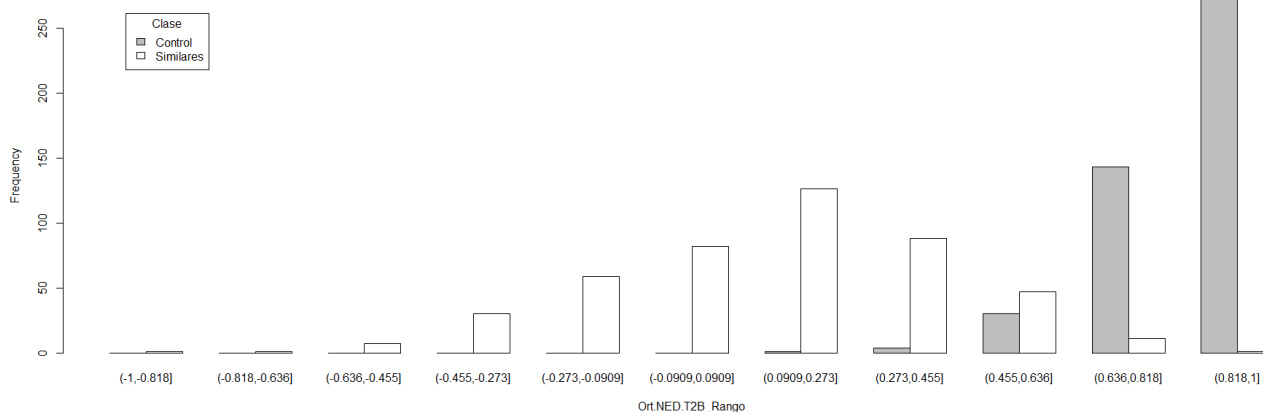


Figura 36.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Ortográfico NED - TRIGRAM2B

Aplicando Ji-cuadrado para comprobar si los grupos presentan diferencias estadísticamente significativas en su distribución se llega a:

$$\chi^2 = 768,64$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

En esta ocasión a la vista de los resultados se puede afirmar que el punto de corte adecuado para maximizar la v de Cramer debe encontrarse en el intervalo (0,455; 0,636]. Se empezará por aumentar el número de sub-rangos a 41 obteniendo la Figura 37.

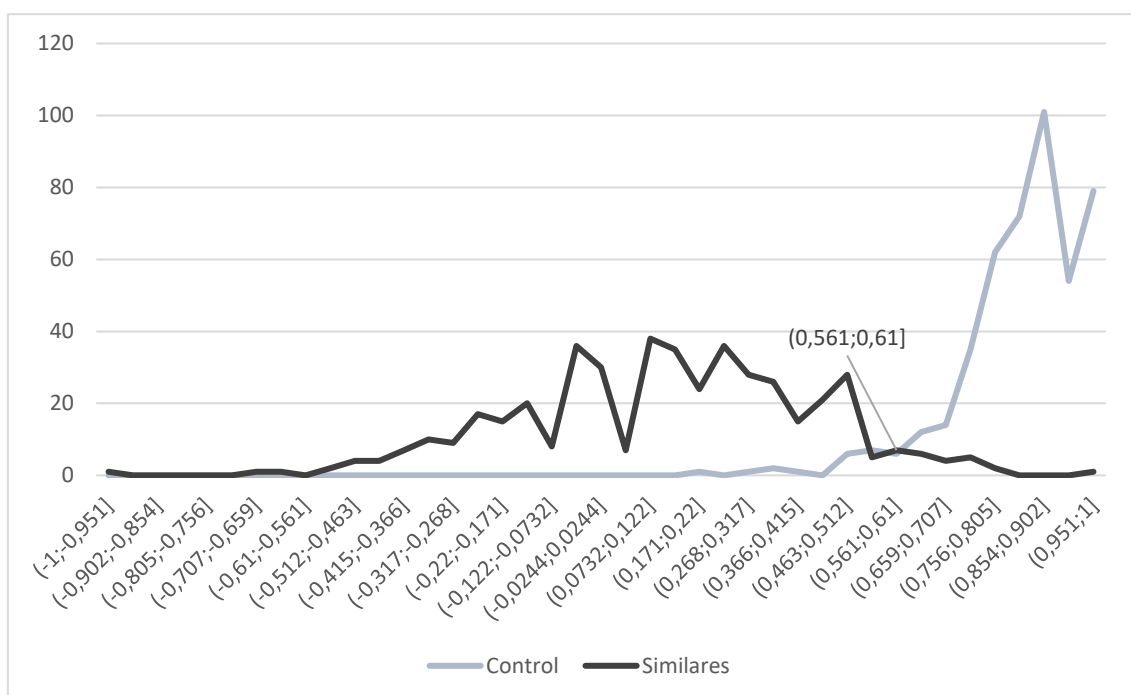


Figura 37.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico NED - TRIGRAM2B

Ahora se observa que el sub-rango en el que se debe encontrar el punto de corte más apropiado está en el intervalo (0,561; 0,610]. Si estudiamos los puntos frontera de dicho intervalo se tiene:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,561	18	25	94,48	96,03	742,34	1	<0,001	0,905
0,610	24	18	96,03	94,70	745,92		<0,001	0,907

Nuevamente se obtienen valores de la v de Cramer superiores a 0,9, lo que no se había conseguido con ninguno de los Algoritmos Ortográficos Simples. Pero si se hace un análisis más fino se puede llegar a obtener un punto de corte en 0,6. De esta forma si NED – TRIGRAM2B < 0,6 se llega a:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,600	21	18	96,03	95,36	756,75	1	<0,001	0,914

Como se observa el resultado mejora pudiendo ser considerado el mejor punto de corte para este algoritmo al alcanzarse el valor mayor de la v de Cramer.

3.- LCSR1+ TRIGRAM2B – NED (L1.T2B.NED)

Este algoritmo ofrece los resultados que se pueden observar en la Tabla 19 y las Figuras 38 y 39.

Rangos Ort. L1.T2B.NED	Control	Similares
(-1;-0,727]	145	1
(-0,727;-0,455]	232	0
(-0,455;-0,182]	57	19
(-0,182;0,0909]	15	57
(0,0909;0,364]	4	111
(0,364;0,636]	0	126
(0,636;0,909]	0	83
(0,909;1,18]	0	45
(1,18;1,45]	0	8
(1,45;1,73]	0	2
(1,73;2]	0	1

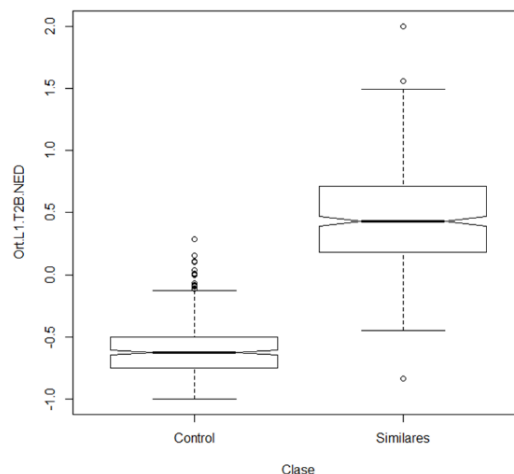


Figura 38.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico Mixto LCSR1+TRIGRAM2B-NED

Tabla 8.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico L1.T2B.NED

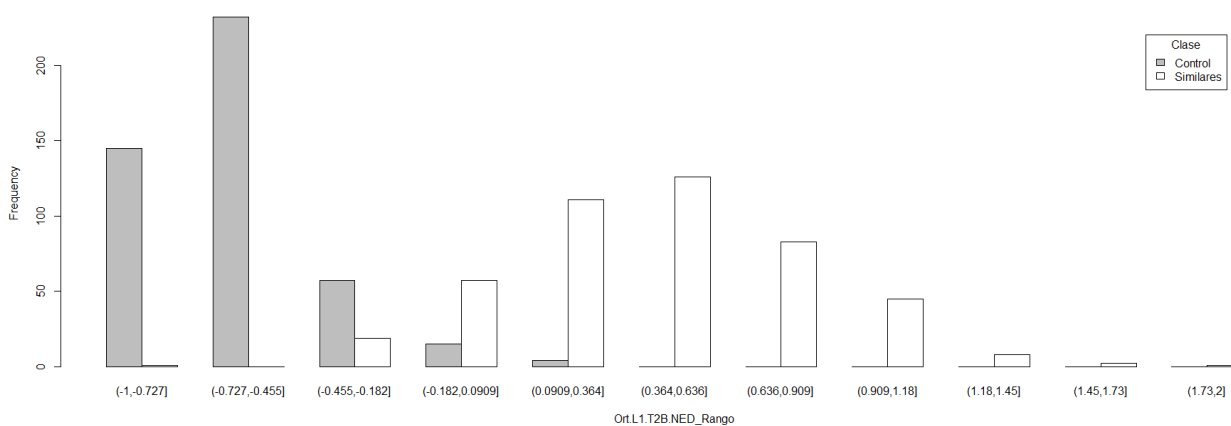


Figura 39.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Ortográfico LCSR1+TRIGRAM2B-LCSR1

Se aplica Ji-cuadrado para estudiar la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos y se obtiene:

$$\chi^2 = 782,08$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

En este algoritmo aparece de modo directo un posible punto de corte en el punto -0,182 con las siguientes características:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,182	19	20	95,58	95,81	756,72	1	<0,001	0,914

En este caso el punto de corte se establece en $LCSR1 + TRIGRAM2B - NED > -0.182$ ya que es en el que se obtiene el valor de la v de Cramer mayor, valores superiores del algoritmo indicarán posible confusión y valores inferiores indicarán más dificultades para confundir los nombres comparados.

4.- TRIGRAM2B – 2xEDR (T2B.2xEDR)

La Tabla 20 y las figuras 40 y 41 muestran los resultados que produce este Algoritmo Ortográfico Mixto.

Rangos Ort.T2B.2xEDR	Control	Similares
(-3,13;-2,75]	8	0
(-2,75;-2,38]	33	0
(-2,38;-2]	212	1
(-2;-1,62]	143	4
(-1,62;-1,25]	49	33
(-1,25;-0,875]	7	101
(-0,875;-0,5]	1	165
(-0,5;-0,125]	0	95
(-0,125;0,25]	0	47
(0,25;0,625]	0	6
(0,625;1]	0	1

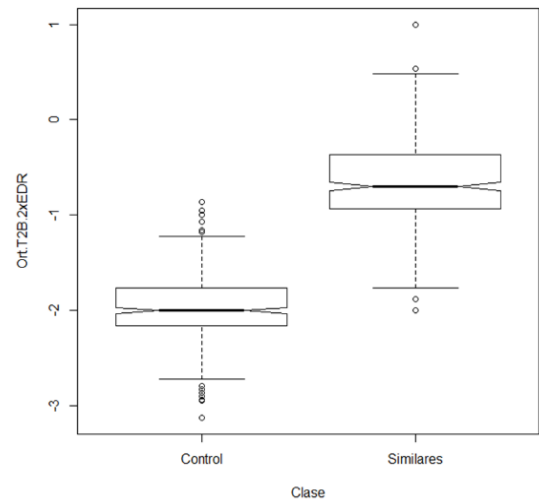


Figura 40.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico T2B.2xEDR

Tabla 20.- Sub-rango del Algoritmo Ortográfico T2B.2xEDR

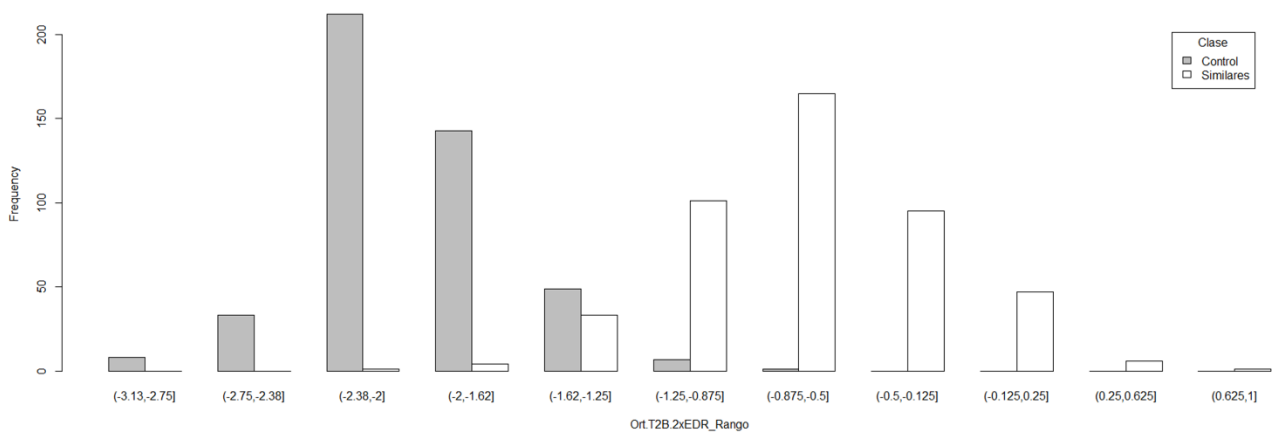


Figura 41.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Ortográfico TRIGRAM2B-2xEDR

Se aplicará ahora la prueba Ji-cuadrado para estudiar si se diferencian los dos grupos desde el punto de vista estadístico obteniéndose:

$$\chi^2 = 777,42$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

De la observación de la Tabla y el diagrama de barras se identifica que el punto de corte más apropiado está en el intervalo $(-1,62; -1,25]$. Se calcula ahora una nueva distribución con 41 sub-rangos de donde se puede construir la Figura 42.

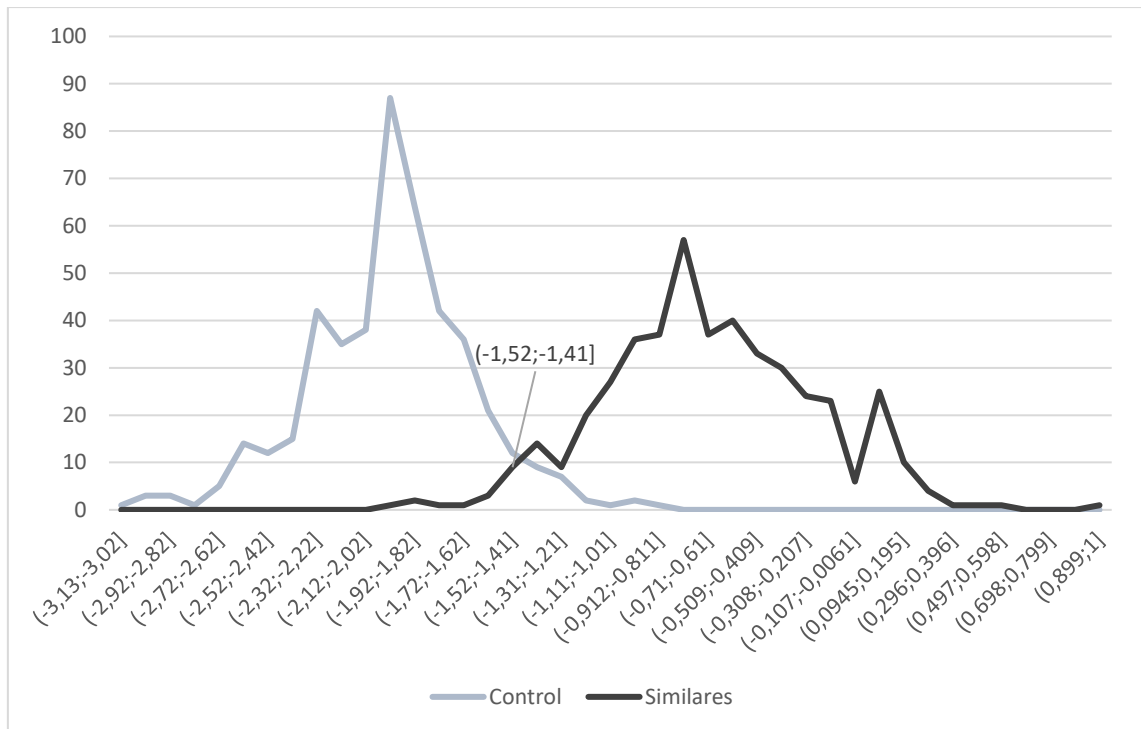


Figura 42.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico TRIGRAM2B - 2xEDR

Del análisis de los sub-rangos se obtiene un punto de corte apropiado en -1,41, con el que se tiene la siguiente solución:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-1,410	22	18	96,03	95,14	753,12	1	<0,001	0,912

Sin embargo, si se realiza un ajuste más fino llevando el corte hasta -1,400 se obtiene una mejora de los resultados interesante:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-1,400	20	19	95,81	95,58	756,72	1	<0,001	0,914

Estos resultados suponen que si se obtienen valores del algoritmo mayor a -1.4 es motivo de considerar confusión entre nombres.

5.- LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xEDR (L1.T2B.2xEDR)

Los resultados de la aplicación de este algoritmo desde la aproximación ortográfica se pueden estudiar en la Tabla 21 y las figuras 43 y 44.

Rangos Ort.L1.T2B.2xEDR	Control	Similares
(-3,06;-2,59]	11	0
(-2,59;-2,13]	61	0
(-2,13;-1,67]	194	1
(-1,67;-1,21]	148	7
(-1,21;-0,755]	32	34
(-0,755;-0,296]	7	113
(-0,296;0,163]	0	158
(0,163;0,622]	0	89
(0,622;1,08]	0	45
(1,08;1,54]	0	5
(1,54;2,01]	0	1

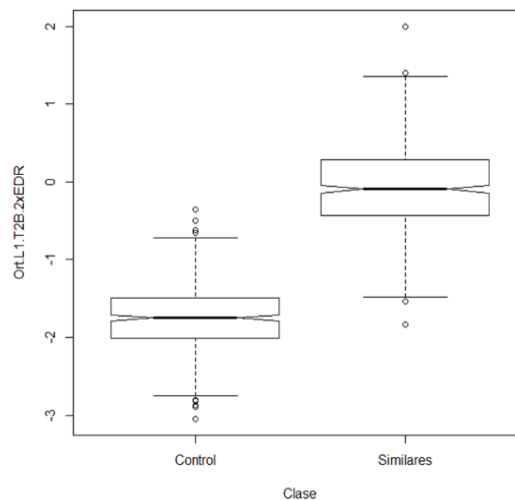


Figura 43.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico L1.T2B.2xEDR

Tabla 21.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico L1.T2B.2xEDR

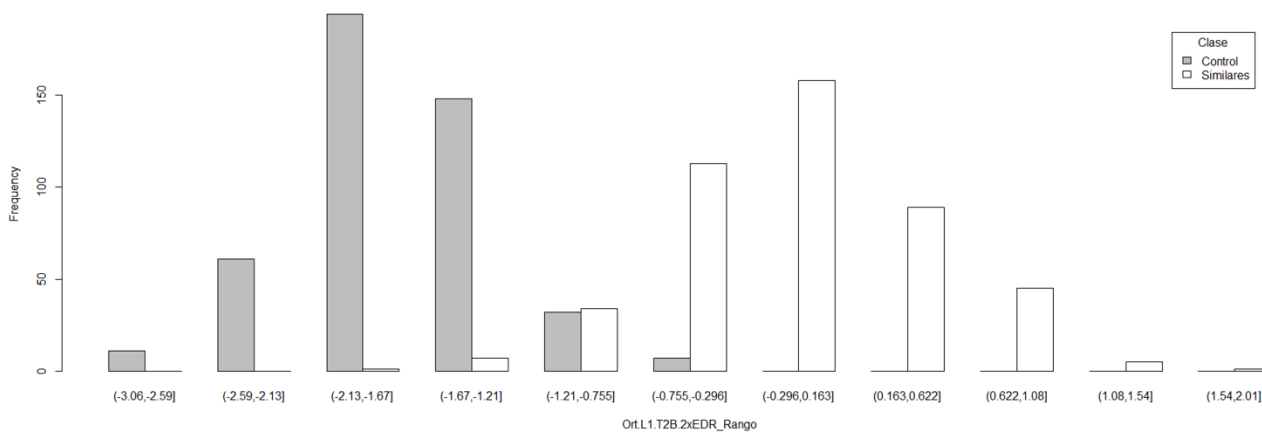


Figura 44.- Distribución por Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xEDR

Se aplicará ahora la prueba Ji-cuadrado para comprobar que los grupos presentan diferencias obteniéndose:

$$\chi^2 = 782,98$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Ahora se observa que el sub-rango en el que se debe encontrar el mejor punto de corte es (1,210; -0,755]. Se analiza construyendo 41 sub-rangos y se obtiene la Figura 45.

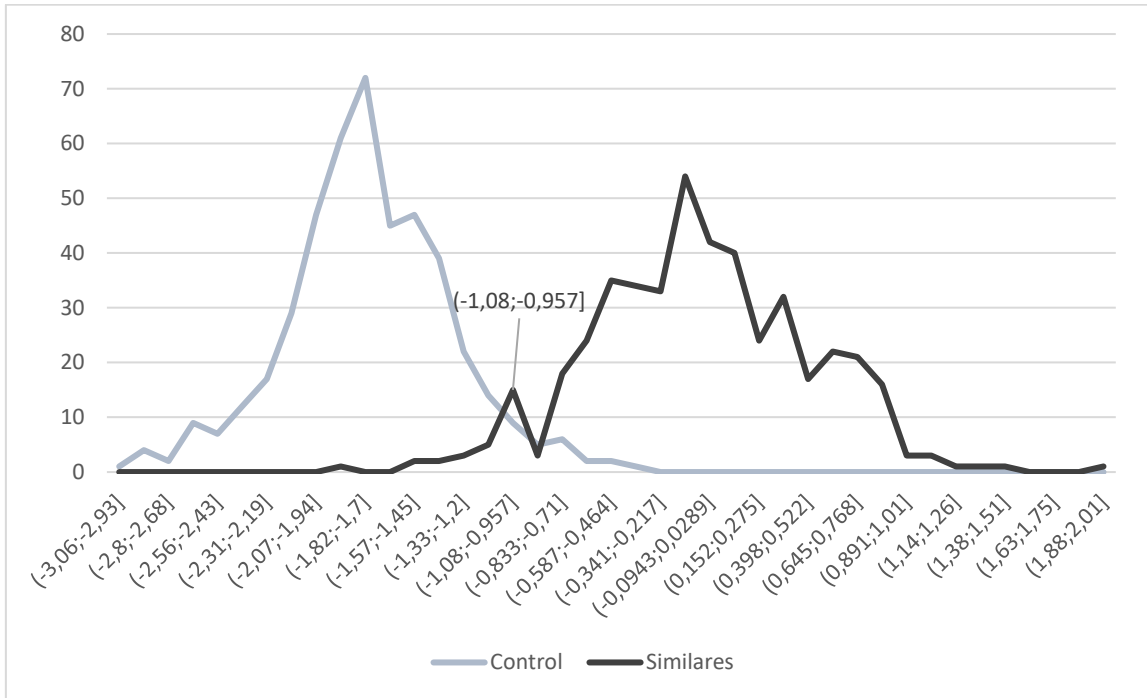


Figura 45.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xEDR

Ahora un punto de corte bueno se puede calcular en -1,08 con los siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-1,080	25	13	97,13	94,48	760,91	1	<0,001	0,916

Este punto maximiza el valor de la v de Cramer considerándose que los valores superiores indican posibilidad de confusión.

6.- EDR + NED – TRIGRAM2B (EDR.NED.T2B)

La Tabla 22 y las Figuras 46 y 47 muestran los resultados de este algoritmo.

Rangos Ort.EDR.NED.T2B	Control	Similares
(-1;-0,683]	0	1
(-0,683;-0,366]	0	3
(-0,366;-0,0486]	0	18
(-0,0486;0,269]	0	64
(0,269;0,586]	0	119
(0,586;0,903]	1	137
(0,903;1,22]	9	75
(1,22;1,54]	39	29
(1,54;1,85]	188	6
(1,85;2,17]	185	1
(2,17;2,49]	31	0

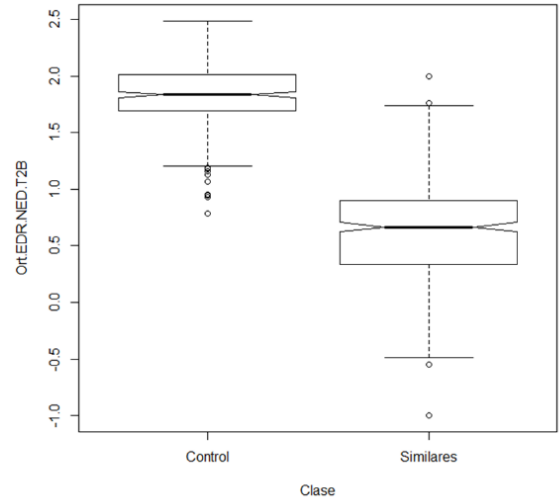


Figura 46.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico EDR + NED - TRIGRAM2B

Tabla 9.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico ERD.NED.T2B

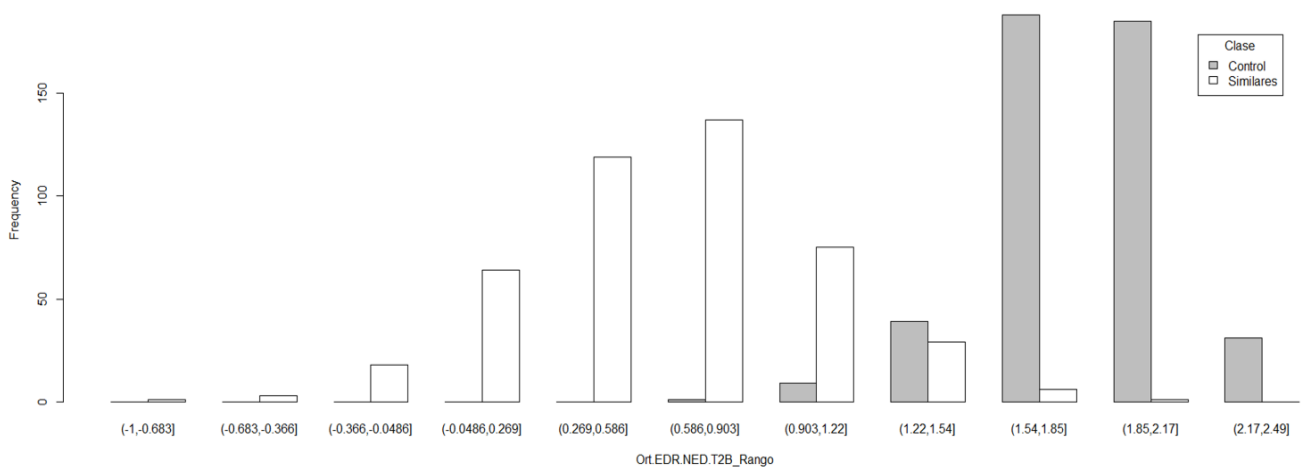


Figura 47.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Ortográfico EDR + NED - TRIGRAM2B

Si se calcula el resultado de la comparación de los dos grupos mediante el test Ji-cuadrado se obtiene:

$$\chi^2 = 776,12$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Ahora el punto de corte que se busca está en el intervalo (1,22; 1,54]. Para poder ajustar más el resultado se actúa calculando 41 sub-rangos, de lo que llega a la Figura 48.

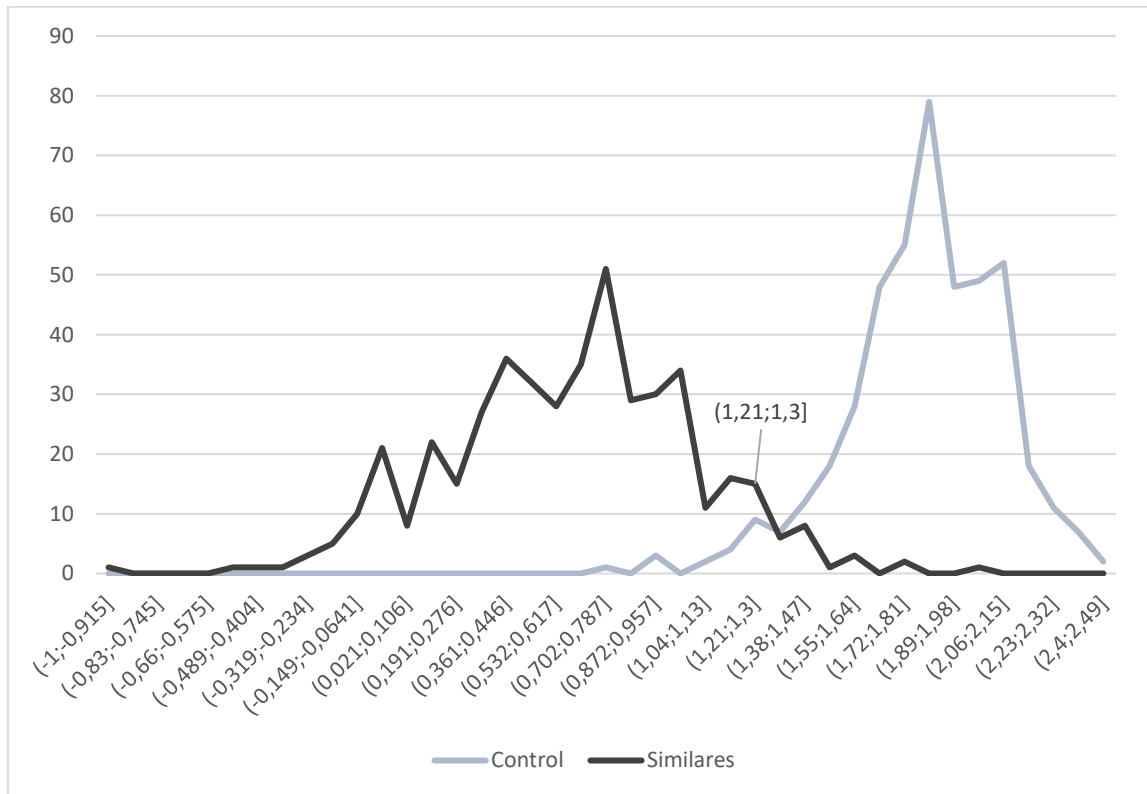


Figura 48- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico EDR + NED - TRIGRAM2B

Ahora el punto de corte directamente se puede considerar en 1,3 obteniéndose los siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
1,300	19	21	95,36	95,81	753,08	1	<0,001	0,912

Siendo en el que se maximiza el valor de la v de Cramer optimizándose entonces los valores de S y E.

7.- LCSR1 + TRIGRAM2B – EDR – NED (L1.T2B.EDR.NED)

Los resultados que ofrece este algoritmo desde la aproximación ortográfica se pueden ver en la Tabla 23 y las figuras 49 y 50.

Rangos Ort.L1.T2B.EDR.NED	Control	Similares
(-2,42;-2,01]	50	0
(-2,01;-1,61]	179	1
(-1,61;-1,21]	171	4
(-1,21;-0,809]	41	28
(-0,809;-0,408]	11	79
(-0,408;-0,00652]	1	133
(-0,00652;0,395]	0	118
(0,395;0,796]	0	68
(0,796;1,2]	0	18
(1,2;1,6]	0	3
(1,6;2]	0	1

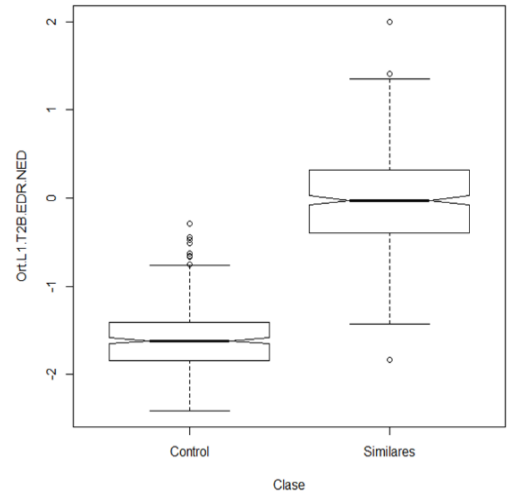


Figura 49.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico LCSR1 + TRIGRAM2B - EDR - NED

Tabla 10.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico L1.T2B.EDR.NED

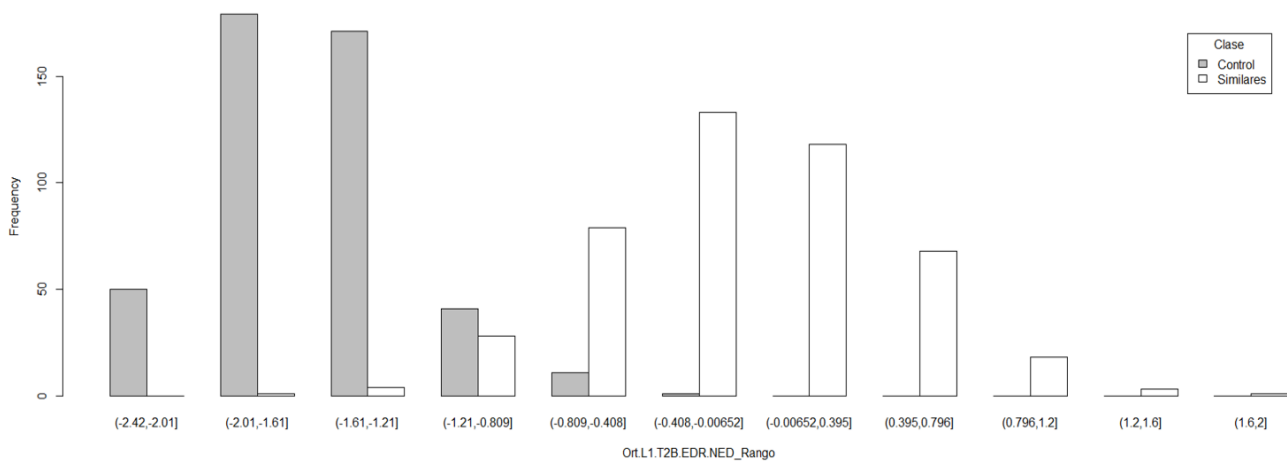


Figura 50.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Ortográfico LCSR1 + TRIGRAM2B - EDR - NED

Si se aplica Ji-cuadrado para estudiar las diferencias de los grupos en la distribución y se obtiene:

$$\chi^2 = 777,24$$

$$g| = 10$$

$$p < 0,001$$

Ahora el intervalo en el que se encuentra el punto de corte es (-1,210; -0.809]. Si ampliamos el número de sub-rangos a 41 se tiene la Figura 51.

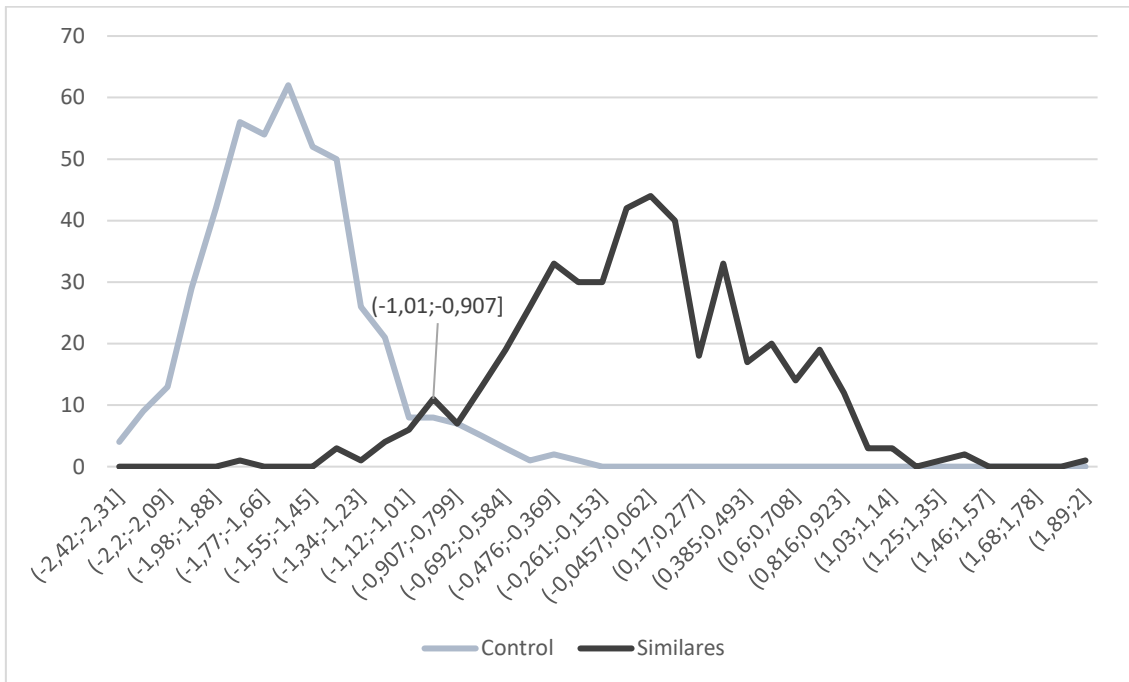


Figura 515.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico LCSR1 + TRIGRAM2B - (EDR +NED)

Debería estudiarse el intervalo (-1,010; -0,907]. Si se estudian sus extremos se llega a:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-1,010	27	15	96,69	94,04	746,31	1	<0,001	0,908
-0,907	19	26	94,26	95,81	735,12	1	<0,001	0,901

Sin embargo, aun siendo estos puntos aceptables se mejoran buscando un punto en el interior del intervalo. Véase el la siguiente propuesta:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,955	21	17	96,25	95,36	760,43	1	<0,001	0,916

A la vista de los resultados se escogerá el punto -0,955 siendo susceptibles de producir confusión las parejas de nombres de medicamentos con un valor del algoritmo Ortográfico LCSR1 + TRIGRAM2B – (EDR +NED) > - 0,955.

8.- LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xNED (L1.T2B.2xNED)

En la Tabla 24 y las Figuras 52 y 53 se pueden consultar los resultados que arroja la aplicación del algoritmo LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xNED desde la aproximación ortográfica.

Rangos Ort.L1.T2B.2xNED Control Similares

Rangos Ort.L1.T2B.2xNED	Control	Similares
(-2;-1,64]	135	1
(-1,64;-1,27]	229	1
(-1,27;-0,909]	61	12
(-0,909;-0,545]	24	56
(-0,545;-0,182]	4	97
(-0,182;0,182]	0	140
(0,182;0,545]	0	79
(0,545;0,909]	0	53
(0,909;1,27]	0	11
(1,27;1,64]	0	2
(1,64;2]	0	1

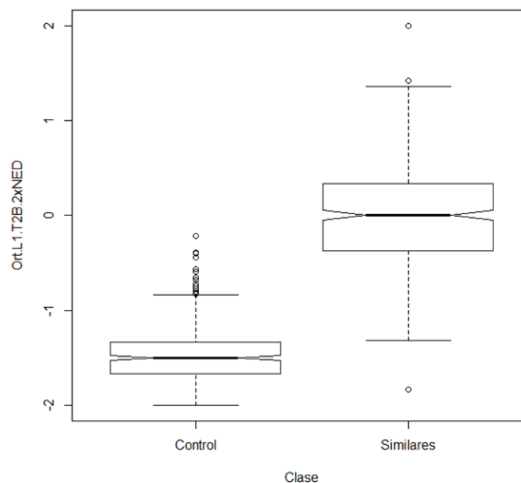


Figura 52.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xNED

Tabla 24.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico L1.T2b.2xNED

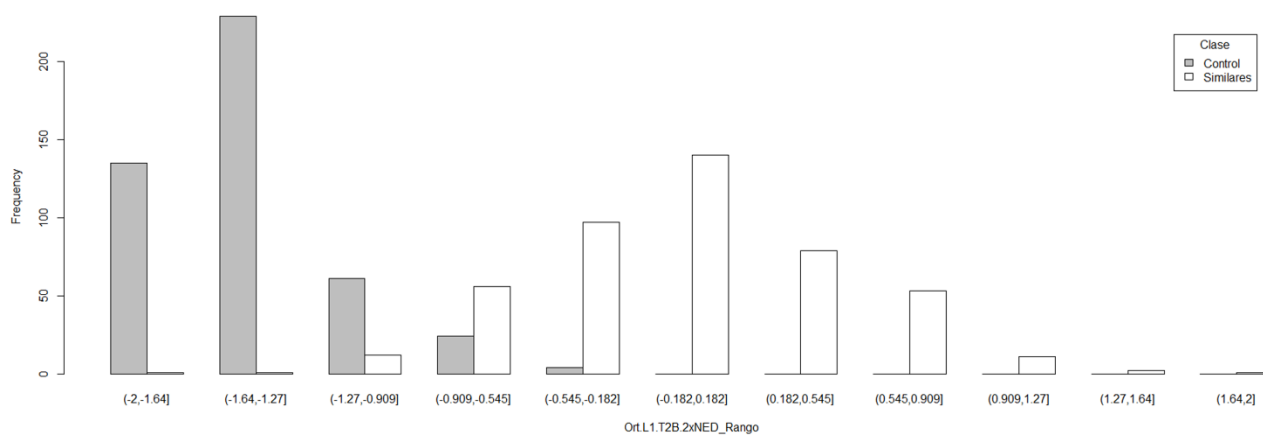


Figura 53.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Ortográfico LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xNED

Aplicando Ji-cuadrado se verifica que los dos grupos en la distribución presentan diferencias estadísticamente significativas.

$$\chi^2 = 775,37$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

El sub-rango en el que se debe encontrar el punto de corte es (-0,909; -0,545]. Para estudiar con más detalle el sub-rango volveremos a calcular 41 sub-rangos de este algoritmo, teniéndose la Figura 54.

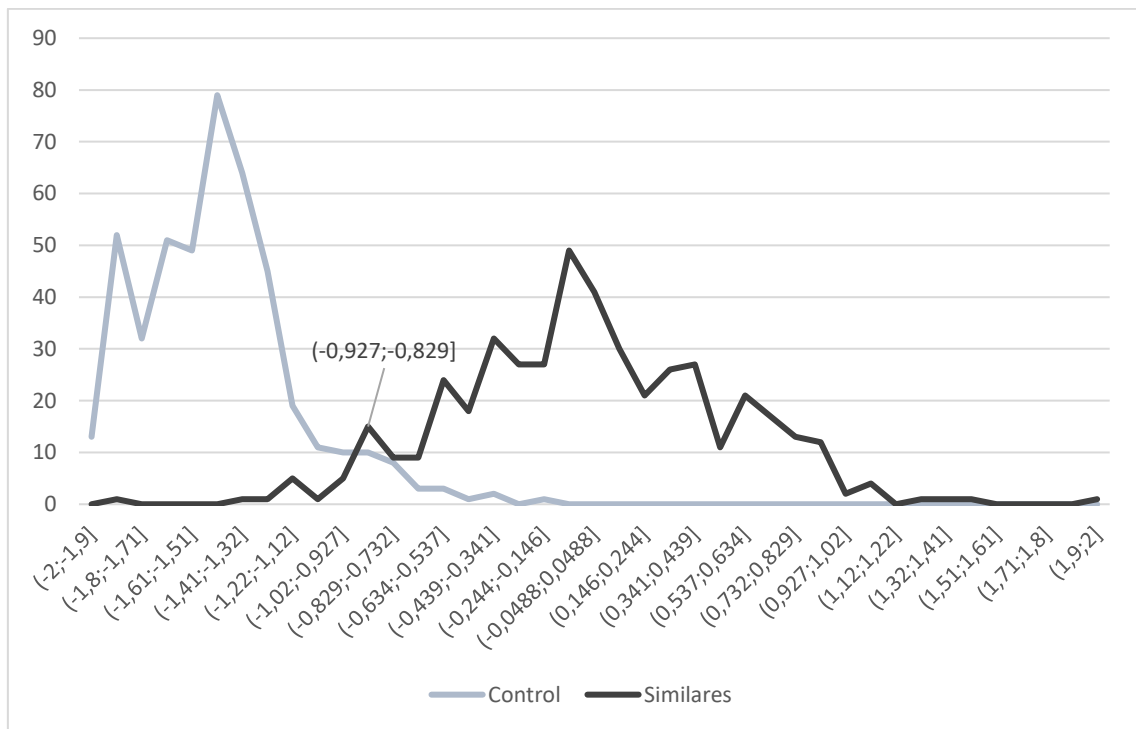


Figura 54.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xNED

Ahora se puede identificar un nuevo intervalo más ajustado, (-0, 927; -0,829]. Si se estudian las fronteras de dicho intervalo se tiene:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,927	28	14	96,91	93,82	746,50	1	<0,001	0,908
-0.825	18	29	93,60	96,03	728,18	1	<0,001	0,897

A la vista de los resultados se recomienda hacer un estudio más detallado de posibles puntos de corte dentro del intervalo, así se llega a:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,870	20	21	95,36	95,58	749,43	1	<0,001	0,909

Se observa como con este nuevo punto de corte los valores que se alcanzan son mucho mejores siendo éste el escogido para este Algoritmo Ortográfico Mixto.

9.- LCSR2 + TRIGRAM2B – 2xEDR (L2.T2B.2xEDR)

Ahora se estudiará este nuevo algoritmo ortográfico presentándose sus resultados en la Tabla 25 y las Figuras 55 y 56.

Rangos Ort.L2.T2B.2xEDR	Control	Similares
(-3;-2,55]	15	0
(-2,55;-2,09]	61	0
(-2,09;-1,64]	192	1
(-1,64;-1,18]	145	6
(-1,18;-0,727]	33	33
(-0,727;-0,273]	7	108
(-0,273;0,182]	0	161
(0,182;0,636]	0	92
(0,636;1,09]	0	47
(1,09;1,55]	0	4
(1,55;2]	0	1

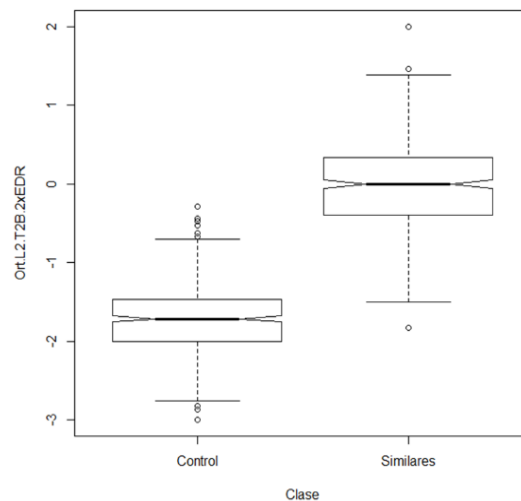


Figura 55.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico LCSR2 + TRIGRAM2B - 2xEDR

Tabla 11.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico L2.T2B.2xED

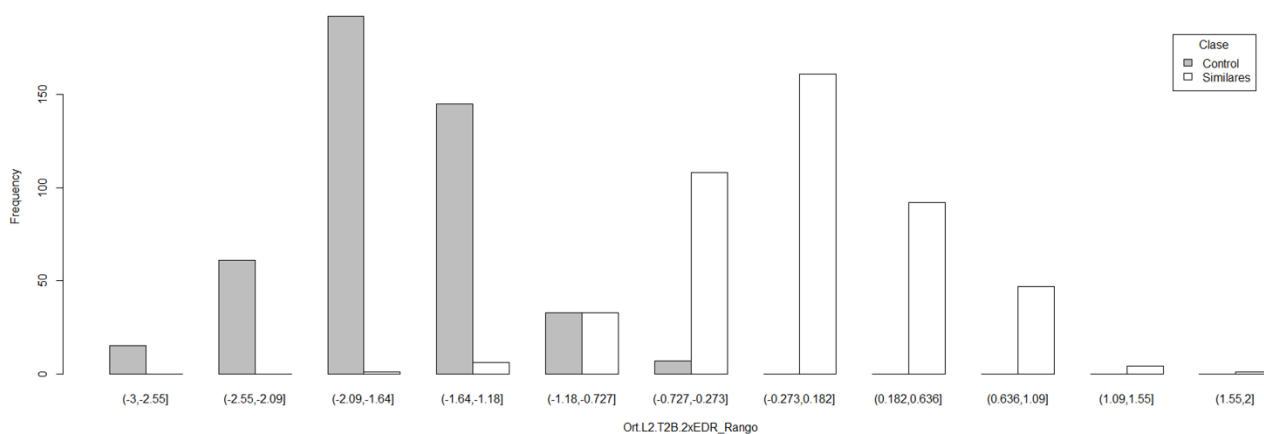


Figura 56.- Distribución del Algoritmo Ortográfico LCSR2 + TRIGRAM2B - 2xEDR

Aplicando Ji-cuadrado se tiene:

$$\chi^2 = 786,68$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Ahora se observa que el intervalo en el que se debe encontrar el punto de corte más apropiado es (-1,180; - 0,727]. Aplicando 41 sub-rangos al algoritmo se llega a la Figura 57.

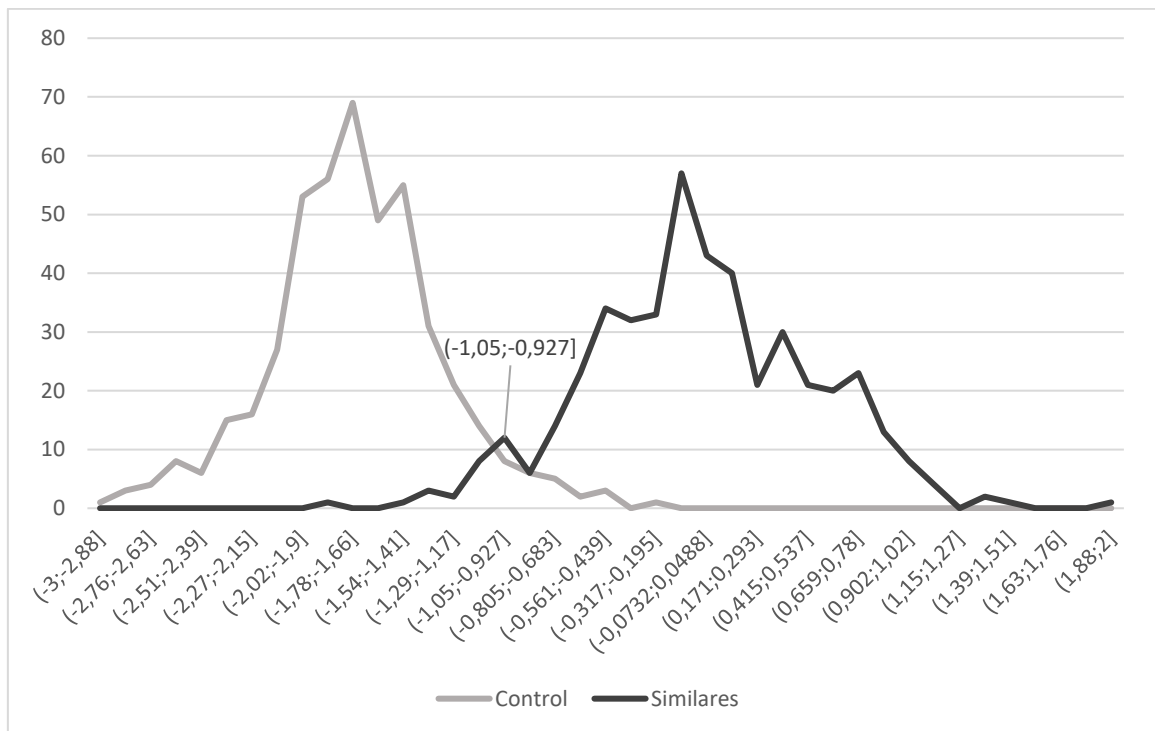


Figura 57.- Distribución fina del Algoritmo Ortográfico LCSR2 + TRIGRAM2b - 2xEDR

Ahora el punto de corte más apropiado sería el valor del algoritmo -1,05 con los siguientes datos:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-1,050	25	15	96,69	94,48	753,43	1	<0,001	0,912

Se considerará que, si el algoritmo toma valores superiores al marcado por el punto de corte, la pareja de nombres de medicamentos comparada podría dar lugar a error por similitud ortográfica.

10.- AMED- TRIGRAM2B (AMED.T2B)

A partir del algoritmo AMED se elaboró un Algoritmo Ortográfico Mixtos, AMED – TRIGRAM2B. A continuación, en la Tabla 26 y las figuras 58 y 59, se muestran sus resultados.

Rangos Ort.AMED.T2B	Control	Similares
(-1;-0,767]	0	1
(-0,767;-0,534]	0	3
(-0,534;-0,301]	0	26
(-0,301;-0,0682]	0	72
(-0,0682;0,165]	0	121
(0,165;0,398]	2	134
(0,398;0,631]	13	76
(0,631;0,864]	86	16
(0,864;1,1]	254	4
(1,1;1,33]	85	0
(1,33;1,57]	13	0

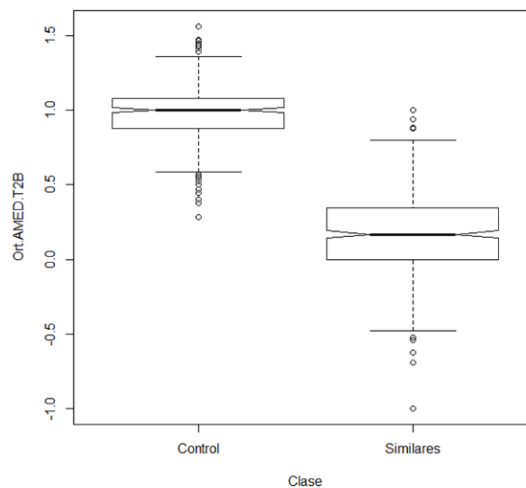


Figura 58.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Ortográfico AMED - TRIGRAM2B

Tabla 12.- Sub-rangos del Algoritmo Ortográfico AMED- T2B

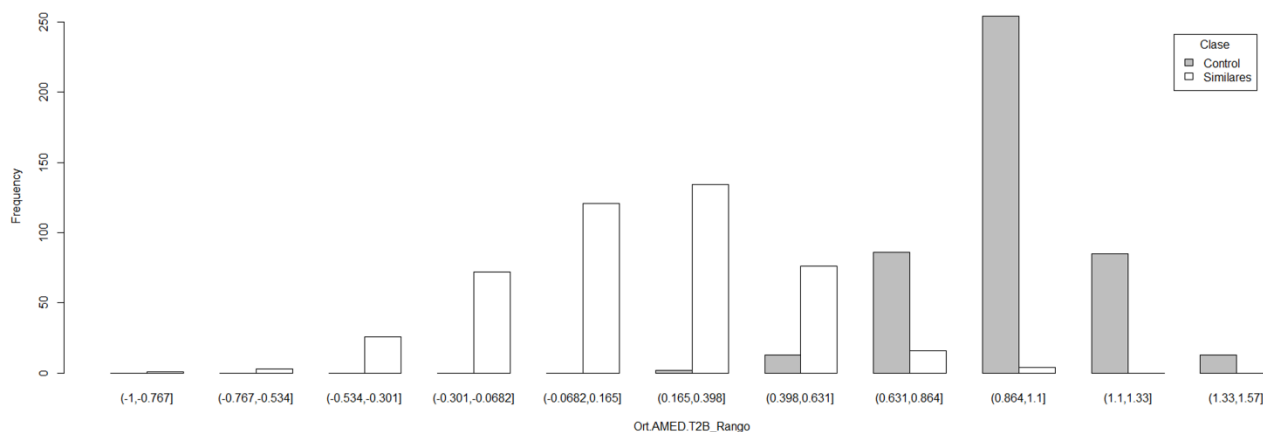


Figura 59.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Ortográfico AMED -TRIGRAM2B

Se aplica ahora la prueba Ji-cuadrado que indicará si los grupos presentan o no diferencias estadísticamente significativas en la distribución por sub-rangos.

$$\chi^2 = 784,0$$

$$gl= 10$$

$$p < 0,001$$

Del estudio de la Tabla y la Figura de distribución por sub-rangos se puede inferir como posible punto de corte el punto 0,631, con lo siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,631	15	20	95,58	96,69	771,50	1	<0,001	0,923

El mismo resultado se obtiene con el punto de corte 0,63, por ello se considerará que si el algoritmo AMED – TRIGRAM2B > 0,63 puede existir confusión y si es menor o igual no debería producirse.

A la vista de los resultados obtenidos tras aplicar los Algoritmos Ortográficos Mixtos, podemos indicar que estos algoritmos mejoran los resultados obtenidos con respecto a los Algoritmos Ortográficos Simples. Como se puede ver en la Tabla 27 con estos algoritmos se llega, en todos los casos a valores de la v de Cramer superior a 0,9 (rango 0,909-0,923), mientras que con los simples no se alcanzaba nunca valores de ese orden

Algoritmo	Punto de Corte	S (%)	E (%)	v de Cramer
EDR.T2B	0,670	97,13	94,92	0,921
NED.T2B	0,600	96,03	95,36	0,914
L1.T2B.NED	-0,182	95,58	95,81	0,914
T2B.2xEDR	-1,400	95,81	95,58	0,914
L1.T2B.2xEDR	-1,080	97,13	94,48	0,916
EDR.NED.T2B	1,300	95,36	95,81	0,912
L1.T2B.EDR.NED	-0,955	96,25	95,36	0,916
L1.T2B.2xNED	-0,870	95,36	95,58	0,909
L2.T2B.2xEDR	-1,050	96,69	94,48	0,912
AMED.T2B	0,630	95,58	96,69	0,923

Tabla 13.- Resumen de los Puntos de Corte de los Algoritmos Ortográficos Mixtos

También se debe destacar que, aunque no siempre se llegan a resultados con E y S por encima del 95% en ambos casos al unísono, no se debe a que no se pueda dar esta situación sino a que se busca maximizar la v de Cramer, ya que en los algoritmos en los que no se consiguen superar los 95 puntos porcentuales en E y S en los puntos de corte, se conocen otros puntos de corte en los que se pueden conseguir. Así en la Tabla 28 se pueden ver los puntos de corte que permiten mantener S y E por encima del 95%.

Algoritmo	Punto de Corte	S (%)	E (%)	v de Cramer
EDR.T2B	0,631	95,15	96,69	0,918
L1.T2B.2xEDR	-1,030	95,58	95,36	0,909
L2.T2B.2xEDR	-0,960	95,58	95,36	0,909

Tabla 28.- Posibles puntos de corte alternativos

11.- ALGORITMOS ORTOGRÁFICOS COMPLEJOS

La utilización de algoritmos mixtos mejora los resultados obtenidos en la diferenciación entre el grupo Control y el grupo Similares con respecto a la utilización de los algoritmos simples. No obstante, se siguió intentando buscar otras combinaciones de algoritmos que pudieran mejorar el resultado final. Para ello se consideró la posibilidad de utilizar operaciones lógicas del tipo “Y” y “O”, es decir pedir que cumplan más de un algoritmo al mismo tiempo o pedir que cumplan unos u otros algoritmos. A estos algoritmos se les denominó Algoritmos Ortográficos Complejos

La primera consideración que se debe hacer es que las operaciones “Y” y “O” tienen un efecto muy diferente sobre el resultado. De esta forma se tiene que, si denominamos A a un algoritmo ortográfico cualquiera y B a otro algoritmo ortográfico diferente de A se puede verificar que:

$$FN_{AYB} = FN_A \cup FN_B ; FP_{AYB} = FP_A \cap FP_B$$

Así mismo:

$$FN_{AOB} = FN_A \cap FN_B ; FP_{AOB} = FP_A \cup FP_B$$

Esta característica tiene una importante implicación. La operación “Y” mejora la E y perjudica la S, mientras que la operación “O” actúa en sentido contrario, perjudicando la E con mejoras de S.

Ante este hecho se debe tener en consideración que en un sistema que busque prevenir los errores de medicación por similitud de nombres debe tener una E muy alta intentando no perjudicar la S. Esto es así porque si consideramos por ejemplo que existen unas 500 parejas de nombres de medicamentos que pueden llevar a confusión por similitud ortográfica o fonética, un 1% de S supone 5 parejas de nombres de medicamentos que representarían a los FN. Sin embargo, si consideramos que la población de nombres de medicamentos está formada por más de 8 millones de parejas de nombres de medicamentos en el mercado español un 1% de E supondrán 80.000 lo que haría del todo inviable el sistema si no tiene especial cuidado con la E que ofrezca el sistema. Por otro lado, los algoritmos complejos se deberán elaborar con algoritmos mixtos en vez de con los simples ya que tienen un mejor comportamiento los primeros que los segundos.

Al construir los algoritmos mixtos se han utilizado todos los algoritmos simples que habían demostrado un buen comportamiento al ser estudiados excepto BIGRAM1B que, no ofrece ventajas al ser incluido en los algoritmos mixtos siendo mejorado, en este sentido, por TRIGRAM2B. Sin embargo, para construir los Algoritmos Ortográficos Complejos se incorporó para ver si podía ofrecer alguna ventaja. Se comprobó que podía ayudar a mejorar los resultados buscando un valor de corte que no perjudicase la S y pudiese colaborar en la mejora de E. Este punto de corte se determinó en BIGRAM1B =

0,1, verificándose que 451 de las 453 parejas de nombres de medicamentos del grupo Similares tiene un valor de BIGRAM1B superior a este punto de corte, es decir el 99,56%. Pero en el grupo Control sólo 125 tienen un valor de BiGRAM1B superior a 0,1, frente a 328 que es inferior, lo que supone que un 72,41% no cumplen la condición. Por ello se puede demostrar que el uso de este algoritmo simple para formar algoritmos complejos mediante la operación lógica “Y” difícilmente perjudicará la S mientras que tiene un gran potencial de mejorar la E.

El número de Algoritmos Ortográficos Complejos posibles vendría dado por la combinación de 10 elementos sin repetición tomada de p en p elementos, siendo p la serie de números naturales empezando en 2 y terminando en 10. El resultado se debería multiplicar por dos ya que se podrían formar con o sin el algoritmo BIGRAM1B. Además, a esta cifra habría que añadir los 10 Algoritmos Ortográficos Mixtos “Y” BIGRAM1B > 0,1, luego habría que sumarle 10. De esta forma se tiene de modo general (para n Algoritmos Ortográficos Mixtos):

$$\#AOC = n + 2x \sum_{p=2}^{p=n} \frac{n!}{(n-p)! p!}$$

Siendo #AOC = Número de Algoritmos Ortográficos Complejos. Si n es 10 #AOC es 2036 algoritmos posibles.

Se empezará por el estudio de la S, dado que se cumple la ecuación $FN_{AYB} = FN_A \cup FN_B$ la S mayor vendrá dada por la S mayor presentada por los Algoritmos Ortográficos Mixtos. Es decir 97,1% que ofrecía EDR – TRIGRAM2B, con 13 FP. En lo referente a la E la mayor vendrá ofrecida por el algoritmo que cumpla los nueve Algoritmos Ortográficos Mixtos a la vez, pudiendo ser que se mejore algo si también se le pide que cumpla la condición BIGRAM1B > 0,1. En este caso se tiene:

Algoritmos	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
Diez	13	26	94,3	97,1	757,01	1	<0,001	0,914
Diez + 1	12	26	94,3	97,4	760,75	1	<0,001	0,916

Es decir, se tiene que el máximo valor de E estará en 97.4% si se sigue este camino. Y si se cumpliesen ambas condiciones, lo que sería transportarse a un terreno ideal se tendría:

Algoritmos	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
Ideal	12	13	97,1	97,4	808,76	1	<0,001	0,945

Este resultado sería inalcanzable ya que en ningún caso se podría producir una mejora semejante de la E sin perjudicar la S y debería utilizar EDR – TRIGRAM2B o LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xEDR ya que son los dos únicos algoritmos que ofrecen una S tan alta.

Sin embargo, si se pide que se cumplan estos dos algoritmos exclusivamente la S se ve afectada pasando de 13 FN a 16, arrojando una S de 96,5% obteniéndose, en el mejor de los casos, esto es aplicando también la condición $BIGRAM1B > 0,1$, una E del 95,4%. Es decir, con poco recorrido se perjudicaría mucho la S y aún se estaría muy lejos de llegar a una E ideal. Además, la S óptima que ofrecería la aplicación de solo dos Algoritmos Ortográficos Mixtos más adecuados en la salvaguarda de ésta ofrecería una v de Cramer máxima de 0,934, pasando ahora este valor a ser el ideal. De esta forma se quiere concluir en que los 2036 Algoritmos Ortográficos Complejos posibles pueden llegar a mejorar algo los resultados de los algoritmos mixtos, pero en ningún caso de un modo dramático que justifiquen el esfuerzo, al menos para el trabajo que se está desarrollando en el que aún quedan muchos caminos por explorar. Sin embargo, si se puede comprobar con facilidad que de estos 2036 algoritmos complejos posibles, diez se pueden testar fácilmente y se espera que mejoren los resultados con seguridad. Estos serían los formados por los algoritmos mixtos “Y” el algoritmo simple $BIGRAM1B$ cumpliendo que su valor sea superior a 0,1.

Como se ha explicado la posible configuración de algoritmos complejos mediante la utilización de diferentes algoritmos mixtos no parece un camino que pueda ofrecer resultados que mejoren los alcanzados con los algoritmos mixtos. Sin embargo, se ha demostrado que la inclusión de la condición $BIGRAM1B > 0,1$ mejora la E sin perjudicar en ningún caso la S del sistema obteniéndose resultados mejores a los obtenidos con los algoritmos mixtos. En la Tabla 29 se muestran los resultados que se consiguen con cada uno de estos algoritmos complejos verificándose la mejora de E sin que se vea afectada S al comparar los resultados con los de la Tabla 27.

Algoritmo	Punto de Corte	S (%)	E (%)	v de Cramer
EDR.T2B+B1B	0,670	97,13	95,36	0,925
NED.T2B+B1B	0,600	96,03	95,58	0,916
L1.T2B.NED+B1B	-0,182	95,58	96,25	0,918
T2B.2xEDR+B1B	-1,400	95,81	96,03	0,918
L1.T2B.2xEDR+B1B	-1,080	97,13	94,92	0,921
EDR.NED.T2B+B1B	1,300	95,36	96,25	0,916
L1.T2B.EDR.NED+B1B	-0,955	96,25	95,81	0,921
L1.T2B.2xNED+B1B	-0,870	95,36	96,03	0,914
L2.T2B.2xEDR+B1B	-1,050	96,69	94,92	0,916
AMED.T2B+B1B	0,630	95,58	96,91	0,925

Tabla 29.- Resultados de los Algoritmos Complejos en el estudio ortográfico

Se puede concluir este apartado afirmando que la aplicación de algoritmos complejos mediante el uso de los mixtos ensayados con los puntos de corte estudiados “Y” la condición de $BIGRAM1B > 0,1$ ofrecen los mejores resultados desde la aproximación estrictamente ortográfica.

III.- RESULTADOS ALGORITMOS FONÉTICOS SIMPLES

Como se indicó en el apartado Materiales y Métodos, se realizó una traducción fonética con el programa **FONETIX** a los nombres de los medicamentos incluidos en el estudio. Un ejemplo de la aplicación de **FONETIX** a las 906 parejas de nombres de la muestra se detalla en el anexo C. Al resultado de esta traducción se le aplicaron los mismos algoritmos que en el estudio ortográfico. Como se comentó, a la aplicación de los algoritmos tras la traducción fonética también se les denominará a lo largo del trabajo Algoritmos Fonéticos, para mayor simplicidad. Un resumen del resultado de la aplicación de los algoritmos a la traducción con **FONETIX** se presenta en el anexo C.

El método de trabajo fue similar al realizado en el estudio ortográfico. Primero se estudiará si la distribución de los dos grupos bajo la acción de cada algoritmo es normal o no, y dependiendo del caso se escogerá la prueba estadística más adecuada para poder aplicar un test de hipótesis que evalúe si los algoritmos diferencian los dos grupos. Se mostrará la división en 11 sub-rangos del rango del algoritmo y con ello se buscarán puntos de corte posibles o intervalos en los que se encuentre. Para estudiar si las distribuciones de los dos grupos, *Control* y *Similares*, son diferentes de estudiará el comportamiento de la prueba Ji-cuadrado. Si fuera necesario se calcularía una subdivisión en 41 sub-rangos para ajustar el punto de corte e incluso se haría una búsqueda más fina cuando fuere recomendable. Para determinar el mejor punto de corte se utilizará, como se hizo anteriormente, la v de Cramer, escogiendo el corte que arroje un valor más alto. También se presentará el diagrama de cajas de cada algoritmo.

Los resultados tras la aplicación del test de Shapiro Wilk a los Algoritmos Fonéticos Simples para estudiar la normalidad o no en los dos grupos estudiados se muestran en la Tabla 30.

Algoritmo	Control		Similares	
	W	p	W	p
EDR	0,994	0,065	0,990	0,004
NED	0,961	<0,001	0,990	0,005
AMED	0,995	0,204	0,989	0,002
BIGRAM	0,760	<0,001	0,986	<0,001
BIGRAM1B	0,774	<0,001	0,995	0,168
TRIGRAM	0,322	<0,001	0,883	<0,001
TRIGRAM2B	0,441	<0,001	0,987	<0,001
LCSR1	0,989	0,002	0,988	0,001
LCSR2	0,994	0,049	0,994	0,067

Tabla 30.- Test de Shapiro Wilk de normalidad

A la vista de los datos que se presenta en la Tabla se puede observar, tras la aplicación de **FONETIX** a los nombres de los medicamentos y posterior aplicación de los algoritmos, que ninguno de los dos grupos a comparar, *Control* y *Similares*, presentan distribución normal simultáneamente. Ello supone que para estudiar si los algoritmos aplicados a los grupos permiten diferenciarlos, es decir, presentan diferencias estadísticamente significativas, se deberá aplicar el test no paramétrico U de Mann-Whitney, cuyos resultados se muestran en la Tabla 31.

Algoritmo	Mediana <i>Control</i>	Mediana <i>Similares</i>	W	p
EDR	0,95	0,47	202 200	<0,001
NED	0,83	0,44	201 130	<0,001
AMED	0,94	0,46	202 060	<0,001
BIGRAM	0,00	0,33	17 382	<0,001
BIGRAM1B	0,00	0,45	6 479	<0,001
TRIGRAM	0,00	0,14	39 090	<0,001
TRIGRAM2B	0,00	0,33	6 516	<0,001
LCSR1	0,25	0,60	4 189	<0,001
LCSR2	0,30	0,63	5 061	<0,001

Tabla 31.- Prueba U de Mann Whitney

A la vista de los resultados se puede indicar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos al aplicar FONETIX y el algoritmo matemático simple. Por ello se puede afirmar que desde la aproximación fonética también se diferencian las parejas de nombres de medicamentos que pueden producir confusión de las que no. Se pasará a analizar ahora cada algoritmo buscando los puntos de corte más apropiado siguiendo la metodología anteriormente utilizada.

1.- EDR

Se comenzó por los algoritmos que trabajan con la ED que eran los que mejores resultados habían ofrecido bajo la aproximación ortográfica. Así el primero que se probó fue EDR con los siguientes resultados que se muestran en la Tabla 32 y en las Figuras 60 y 61, tras aplicar la división en 11 sub-rangos:

Rangos Fon.EDR	Control	Similares
(-0,0015;0,136]	0	2
(0,136;0,273]	0	36
(0,273;0,409]	0	106
(0,409;0,545]	1	169
(0,545;0,682]	13	100
(0,682;0,818]	54	32
(0,818;0,955]	163	6
(0,955;1,09]	141	1
(1,09;1,23]	59	1
(1,23;1,36]	19	0
(1,36;1,5]	3	0

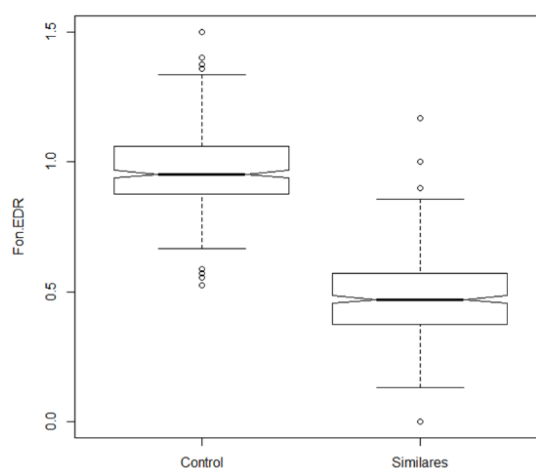


Figura 60.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético EDR

Tabla 32.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético EDR

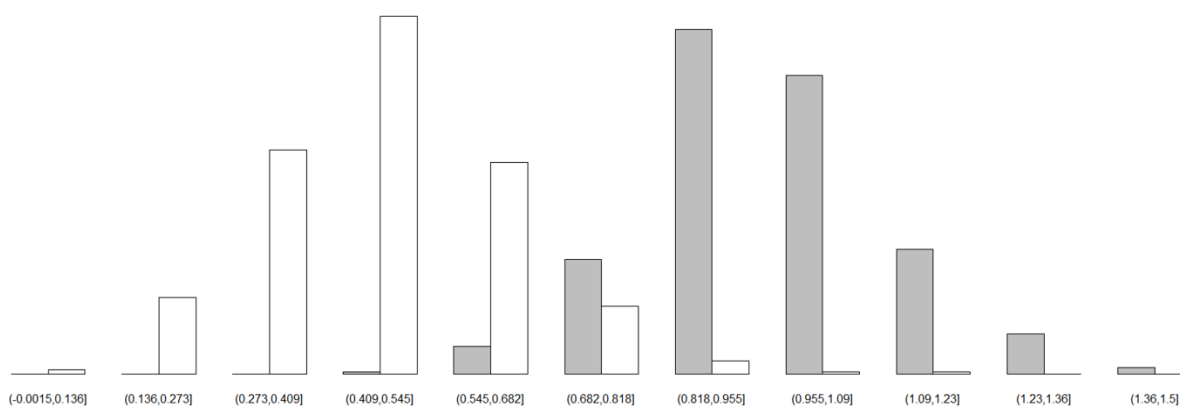


Figura 61.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético EDR

Aplicando la prueba Ji-cuadrado se obtiene:

$$\chi^2 = 744,58$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Lo que demuestra que las distribuciones presentan diferencias estadísticamente significativas.

A la vista de los datos que se presentan, el punto de corte más apropiado debe encontrarse en el intervalo (0,682; 0,818]. Para poder determinar un punto de corte más ajustado se determinará una nueva distribución del rango del algoritmo en 41 sub-rangos como se muestra en la Figura 62.

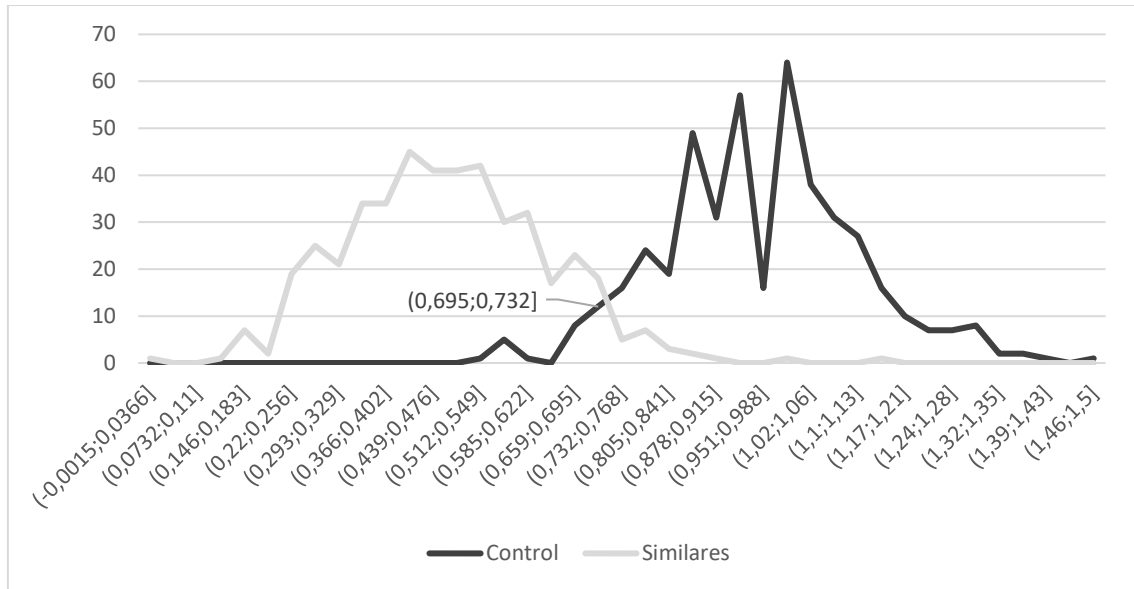


Figura 62.- Distribución fina del algoritmo EDR aplicado en el estudio fonético

Se observa que el punto de corte se encuentra ahora en un intervalo menor (0,695; 0,732]. Estudiando estos puntos se tiene:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,695	15	38	91,61	96,69	708,23	1	<0,001	0,884
0,732	27	20	95,58	94,04	727,93	1	<0,001	0,896

Pudiendo estimar que el punto de corte más apropiado es el 0,732, para este algoritmo al presentar la v de Cramer más alta.

2.- NED

Se pasa ahora a analizar el siguiente algoritmo que trabaja con la ED. Se empezará con el cálculo de 11 sub-rangos y la presentación del diagrama de cajas para los dos grupos de la muestra, según se presenta en la Tabla 33 y las Figuras 63 y 64.

Rangos Fon. NED	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	0	1
(0,0909;0,182]	0	8
(0,182;0,273]	0	37
(0,273;0,364]	0	75
(0,364;0,455]	0	132
(0,455;0,545]	7	87
(0,545;0,636]	18	73
(0,636;0,727]	48	26
(0,727;0,818]	129	10
(0,818;0,909]	164	4
(0,909;1]	87	0

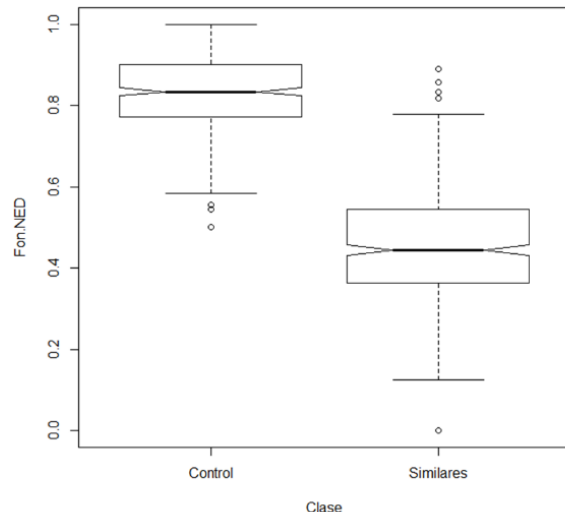


Figura 63.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético NED

Tabla 33.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético NED

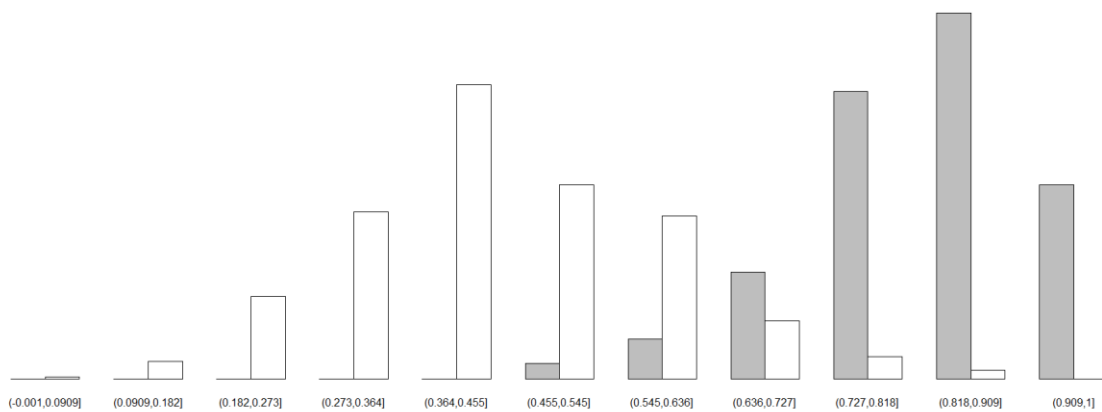


Figura 64.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético NED

Si se aplica Ji-cuadrado para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las distribuciones por grupos se obtiene:

$$\chi^2 = 744,58$$

$$gl= 10$$

$$p < 0,001$$

Analizando la Tabla y la gráfica de distribuciones se observa que el punto de corte más apropiado no puede estar lejos del punto 0,636. En éste se tendría:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,636	25	40	91,17	94,48	665,38	1	<0,001	0,857

Sin embargo, al aumentar el número de sub-rangos a 41 se obtiene un punto más ajustado como se muestra en la Figura 65.:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,683	33	23	94,92	92,72	696,18	1	<0,001	0,877

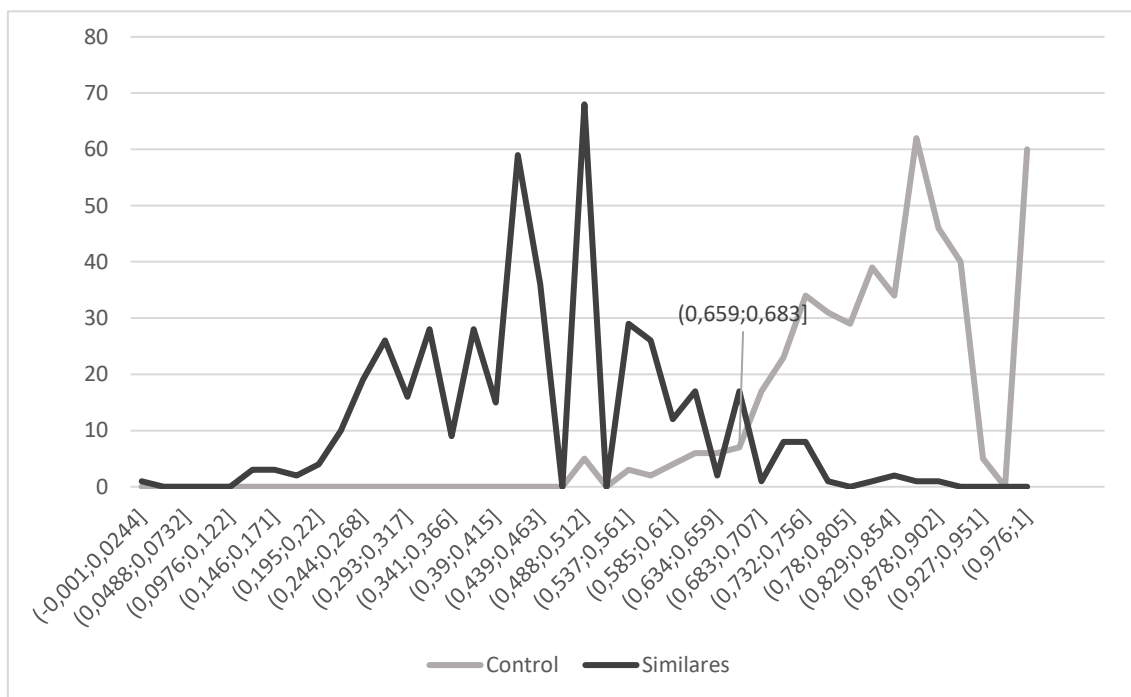


Figura 65.- Distribución fina del algoritmo NED aplicado en el estudio fonético

Como se observa este nuevo punto de corte, 0,683, ofrece una v de Cramer superior al 0,636 calculado anteriormente, pudiendo aceptarse este punto como más apropiado.

3.- AMED

En lo que se refiere a la utilización del algoritmo AMED se puede estudiar lo reflejado en la Tabla 34 y las Figuras 66 y 67.

Rangos Fon. AMED	Control	Similares
(-0,0014;0,127]	0	2
(0,127;0,255]	0	33
(0,255;0,382]	0	102
(0,382;0,509]	0	150
(0,509;0,636]	9	112
(0,636;0,764]	43	41
(0,764;0,891]	123	10
(0,891;1,02]	145	2
(1,02;1,15]	94	0
(1,15;1,27]	31	1
(1,27;1,4]	8	0

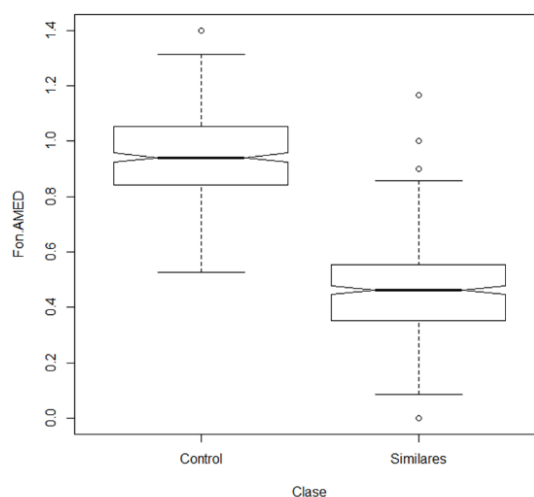


Figura 66.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético AMED

Tabla 34.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético AMED

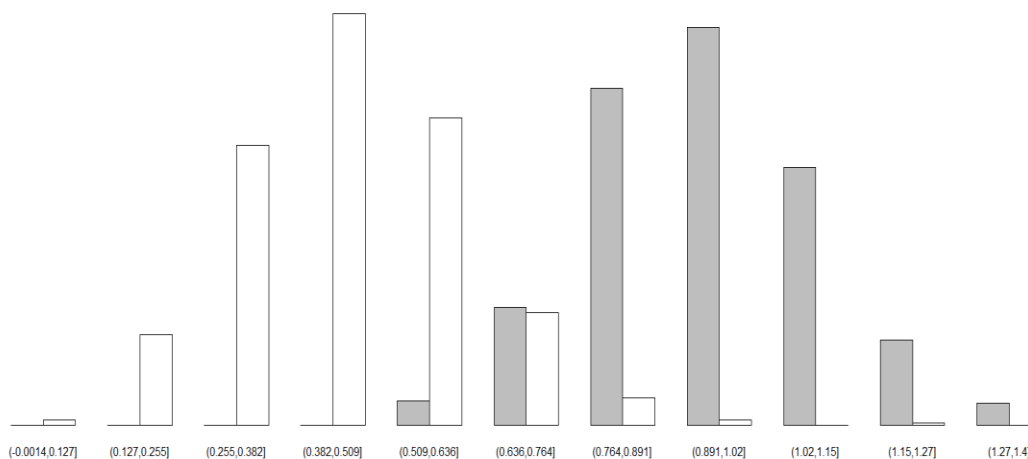


Figura 67.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético AMED

Se aplica la prueba Ji-cuadrado para estudiar si se verifican diferencias entre los grupos de la distribución obteniéndose:

$$\chi^2 = 739,97$$

$$gl= 10$$

$$p < 0,001$$

En este algoritmo el punto de corte se encuentra en el intervalo (0,636; 0,674], pero para ajustar el punto deberemos calcular una distribución en 41 rangos, teniéndose la Figura 68.

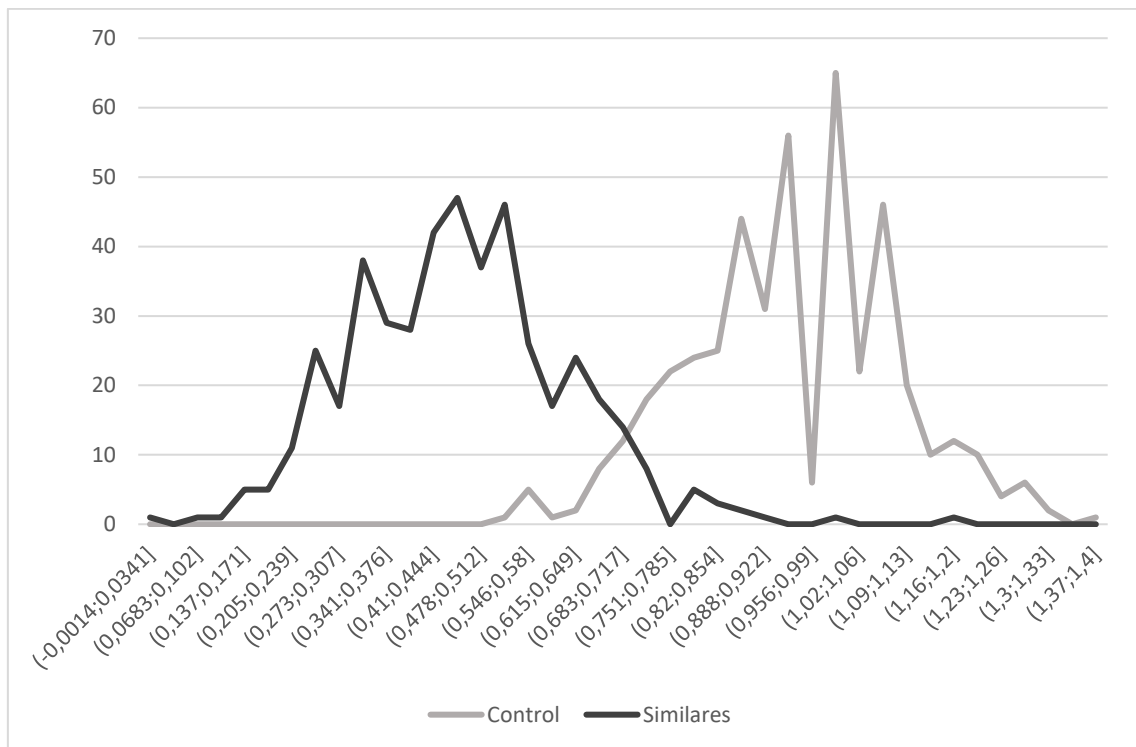


Figura 68.- Distribución fina del algoritmo AMED en el estudio fonético

Con ello se obtiene un punto de corte más ajustado en 0,717 con las siguientes características:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,717	29	21	95,36	93,60	717,26	1	<0,001	0,890

Siendo el que mayor valor ofrece de la v de Cramer, por lo que se adoptará como el más apropiado.

4.- BIGRAM

Con este algoritmo se obtienen los resultados que se presentan en la Tabla 35 y las Figuras 69 y 70.

Rangos Fon. BIGRAM	Control	Similares
(-0,000875;0,0795]	264	26
(0,0795;0,159]	117	47
(0,159;0,239]	33	43
(0,239;0,318]	34	97
(0,318;0,398]	4	66
(0,398;0,477]	1	82
(0,477;0,557]	0	48
(0,557;0,636]	0	15
(0,636;0,716]	0	15
(0,716;0,795]	0	9
(0,795;0,876]	0	5

Tabla 35.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético BIGRAM

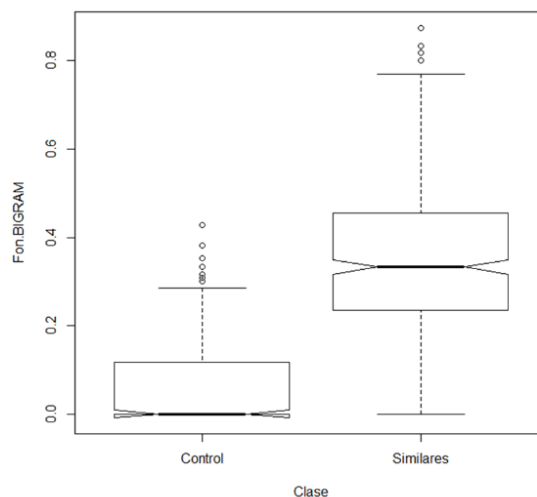


Figura 6.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético BIGRAM

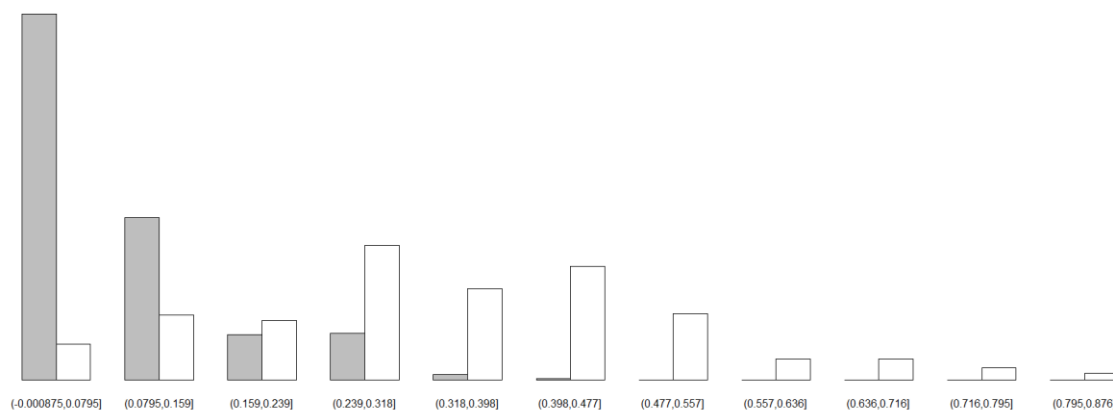


Figura 70.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético BIGRAM

Se aplica Ji-cuadrado para verificar que se cumple independencia estadística entre los dos grupos de la distribución con los siguientes resultados:

$$\chi^2 = 482,72$$

$$gl= 10$$

$$p < 0,001$$

Nuevamente del estudio de los datos se puede inferir que el desplazamiento a la izquierda de este algoritmo le anula como candidato a ser utilizado. Por ello no se considera necesario la determinación de un punto de corte.

5.- BIGRAM1B

El análisis de este algoritmo lleva a los resultados que se indican en la Tabla 36 y las Figuras 71 y 72.

Rangos Fon. BIGRAM1B	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	270	3
(0,0909;0,182]	115	30
(0,182;0,273]	39	28
(0,273;0,364]	24	77
(0,364;0,455]	5	92
(0,455;0,545]	0	108
(0,545;0,636]	0	60
(0,636;0,727]	0	32
(0,727;0,818]	0	18
(0,818;0,909]	0	3
(0,909;1]	0	2

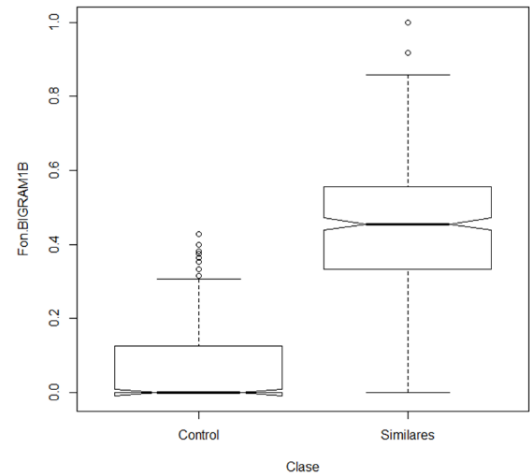


Figura 71.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético BIGRAM1B-

Tabla 14.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético BIGRAM1B

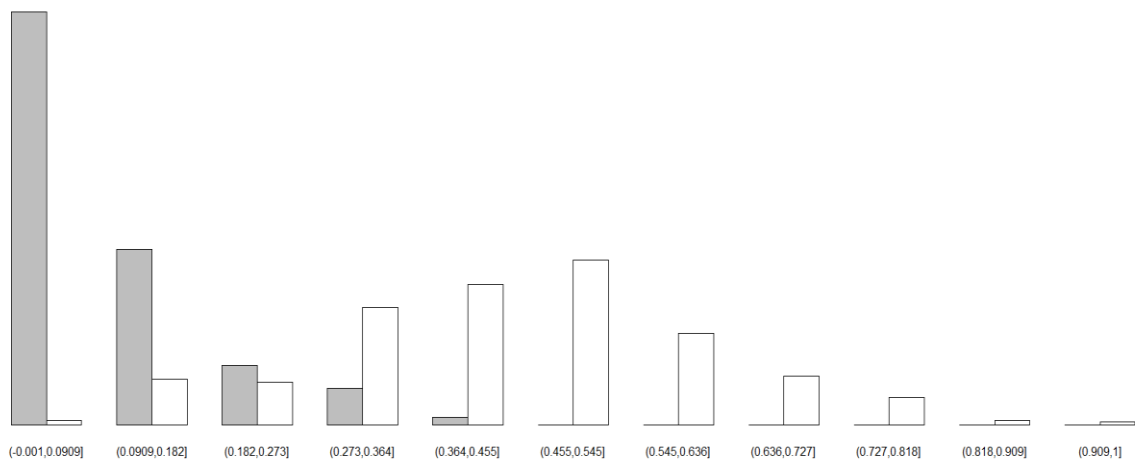


Figura 72.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético BIGRAM1B-

Aplicando Ji-cuadrado para estudiar la independecia entre los grupos se llega a:

$$\chi^2 = 641,61$$

$$gl= 10$$

$$p < 0,001$$

En este caso el punto de corte más apropiado debe encontrarse en el intervalo (0,182; 0,273]. Para determinarlo se procede a calcular 41 sub-rangos dentro del rango del algoritmo llegando a la gráfica de la Figura 73.

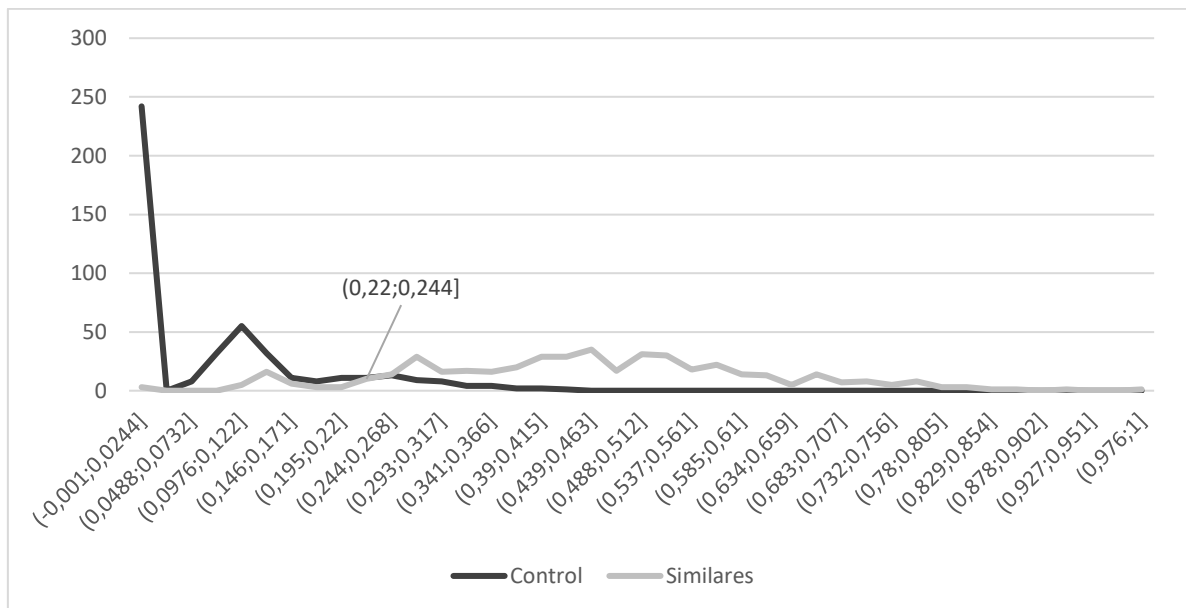


Figura 73.- Distribución fina de BIGRAM1B en el estudio fonético

Se puede demostrar que el punto más apropiado es, en este algoritmo el 0,220, obteniéndose los siguientes datos:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,220	54	36	92,05	88,08	717,26	1	<0,001	0,802

Así aquellas parejas de nombres de medicamentos con un valor de BIGRAM1B superior a 0,22 se podrán considerar fuentes de posible confusión.

6.- TRIGRAM

Se analiza a continuación el primero de los algoritmos 3-gram presentándose los resultados en la Tabla 37 y las Figuras 74 y 75.

Rangos Fon. TRIGRAM	Control	Similares
(-0,00075;0,0682]	417	153
(0,0682;0,136]	30	61
(0,136;0,205]	4	72
(0,205;0,273]	1	58
(0,273;0,341]	1	44
(0,341;0,409]	0	20
(0,409;0,477]	0	20
(0,477;0,545]	0	7
(0,545;0,614]	0	9
(0,614;0,682]	0	6
(0,682;0,751]	0	3

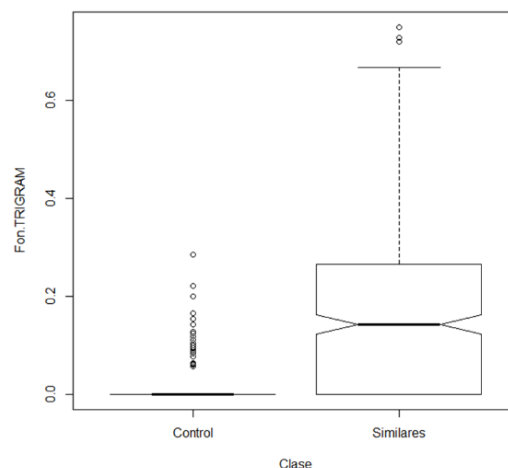


Figura 74.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético TRIGRAM

Tabla 15.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético TRIGRAM

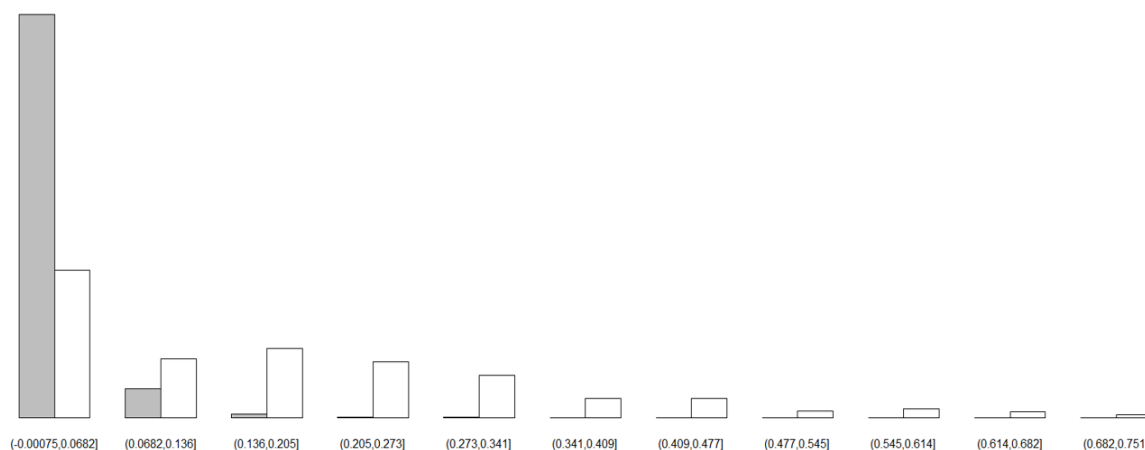


Figura 75.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético TRIGRAM

Al proceder con la prueba Ji-cuadrado para estudiar la independencia estadística de los grupos en la distribución por sub-rangos se llega a:

$$\chi^2 = 354,83$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Nuevamente se observa una desviación hacia la izquierda de los dos grupos, lo que hace inútil el uso de este algoritmo para el propósito que se busca, luego huelga la determinación de un punto de corte también en este caso.

7.- TRIGRAM2B

Se continúa exponiendo los resultados del siguiente algoritmo, el último que utiliza la fórmula de Dice, en la Tabla 38 y las figuras 76 y 77.

Rangos Fon. TRIGRAM2B	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	398	22
(0,0909;0,182]	47	75
(0,182;0,273]	7	67
(0,273;0,364]	1	93
(0,364;0,455]	0	76
(0,455;0,545]	0	61
(0,545;0,636]	0	34
(0,636;0,727]	0	19
(0,727;0,818]	0	3
(0,818;0,909]	0	2
(0,909;1]	0	1

Tabla 38.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético TRIGRAM2B

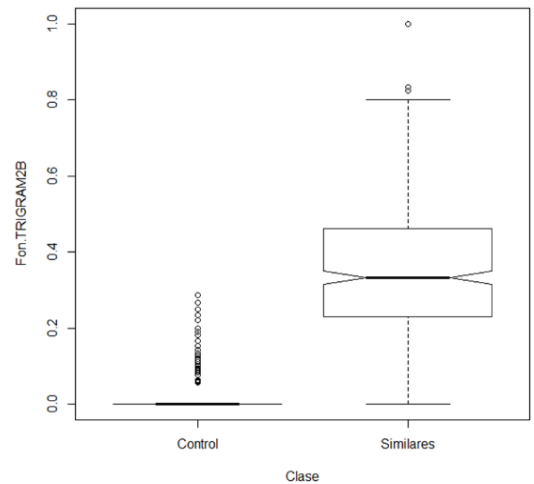


Figura 76.- Diagrama de cajas del Algoritmo Fonético TRIGRAM2B

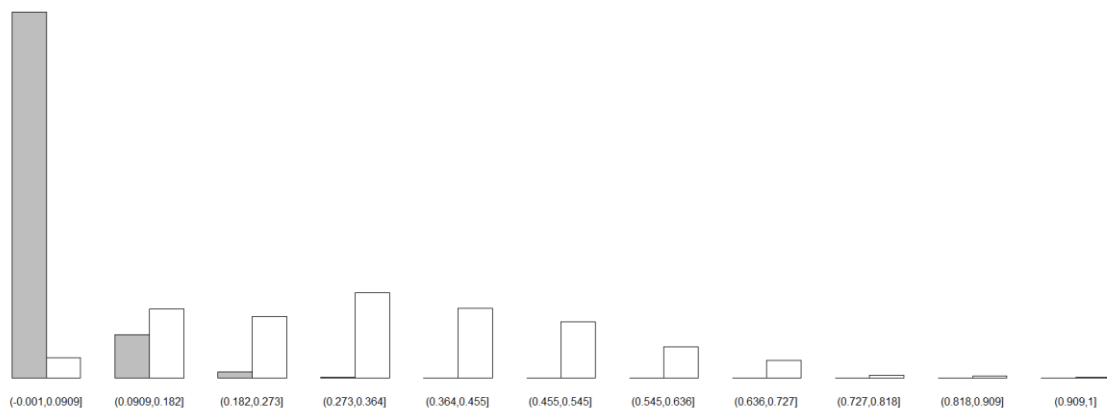


Figura 77.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético TRIGRAM2B

Al aplicar Ji-cuadrado se confirman las diferencias estadísticamente significativas entre los grupos comparados con un valor de p menor a 0,05:

$$\chi^2 = 677,73$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

El punto de corte ahora se deberá encontrar en el intervalo (0,0909; 0,1820], pero para determinarlo se necesitará establecer una división de 41 sub-rangos con lo que se puede llegar a la Figura 78.

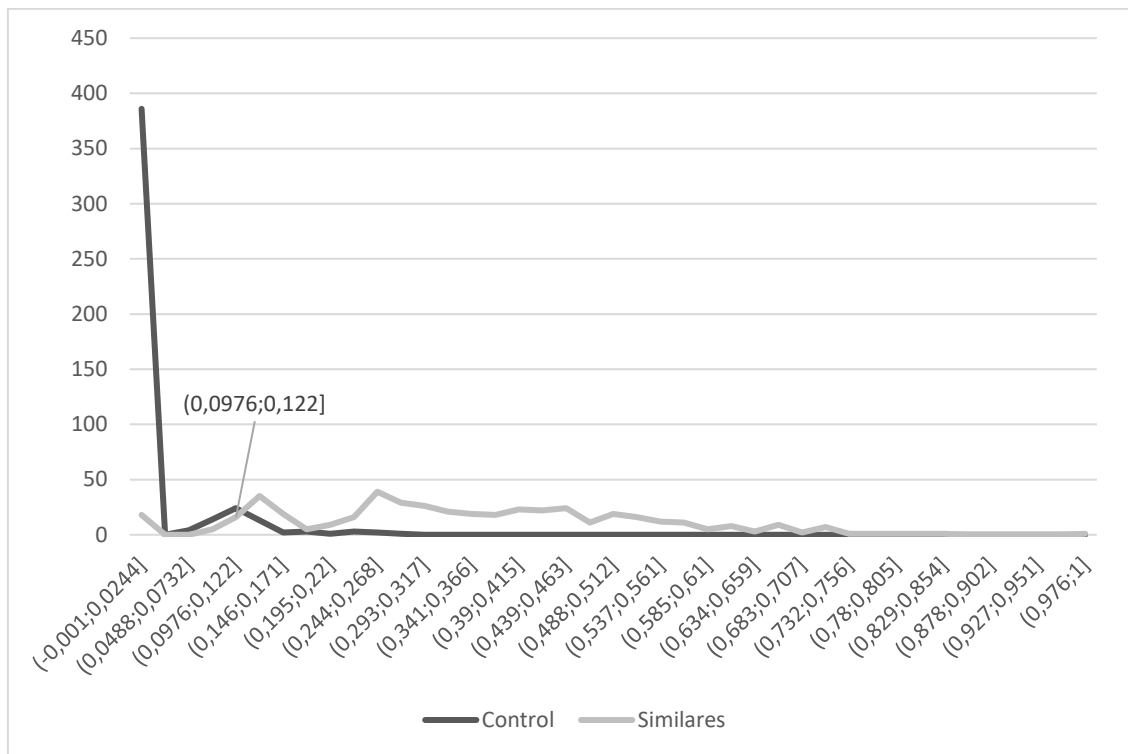


Figura 78.- Distribución fina del algoritmo TRIGRAM2B en la aproximación fonética

Ahora se pueden considerar como posibles puntos de corte los extremos del intervalo (0,0976; 0,1220], teniéndose entonces:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,0976	49	23	94,92	89,18	643,01	1	<0,001	0,842
0,1220	25	39	91,39	94,48	668,72	1	<0,001	0,859

A la vista de los resultados se demuestra más adecuado el corte en 0,122 al tener un valor de la v de Cramer superior, es decir al diferenciar mejor entre los dos grupos.

8.- LCSR1

Se comenzarán a analizar, por último, los algoritmos simples que utilizan la LCS como medida para determinar su valor en la aproximación fonética. Empezando por LCSR1 se llega los resultados que se indican en la Tabla 39 y las Figuras 79 y 80.

Rangos Fon. LCSR1	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	11	0
(0,0909;0,182]	107	0
(0,182;0,273]	142	2
(0,273;0,364]	114	11
(0,364;0,455]	64	44
(0,455;0,545]	13	83
(0,545;0,636]	2	158
(0,636;0,727]	0	102
(0,727;0,818]	0	45
(0,818;0,909]	0	7
(0,909;1]	0	1

Tabla 16.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético LCSR1

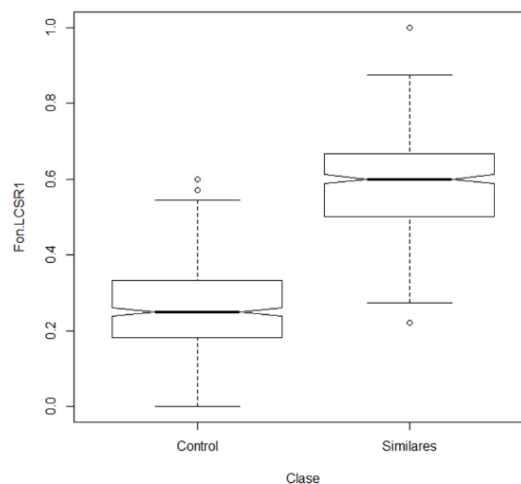


Figura 79.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético LCSR1

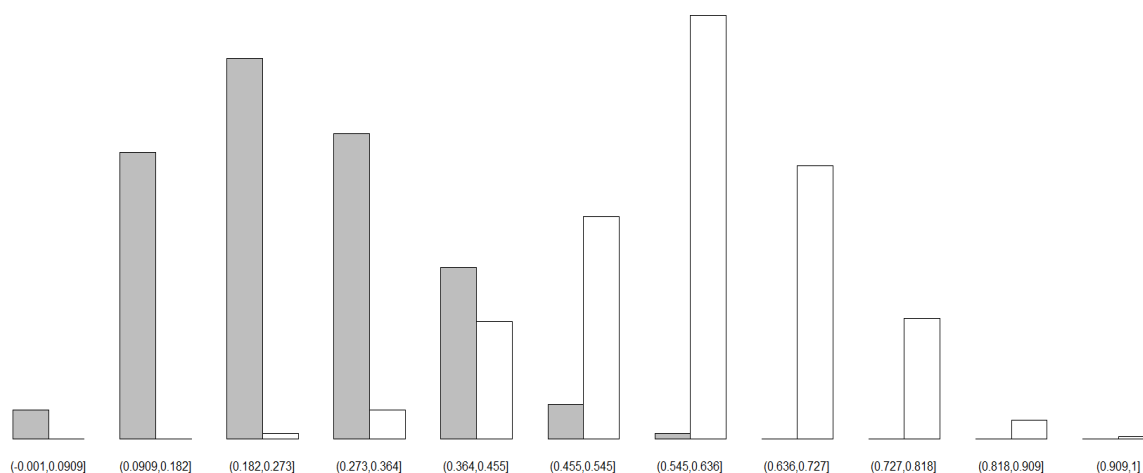


Figura 80.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético LCSR1

Si se aplica Ji-cuadrado se verifica que en la distribución los grupos Similares y Control se diferencian como se puede ver en los datos que se muestran a continuación:

$$\chi^2 = 700,83$$

$$gl= 10$$

$$p < 0,001$$

El intervalo en el que se debe encontrar el punto de corte más adecuado debe ser (0,364; 0,455], pero para poder ajustar mejor el resultado se deberá proceder, como es costumbre a abrir el número de sub-rangos hasta 41, con lo que tenemos la Figura 81 que se muestra a continuación.

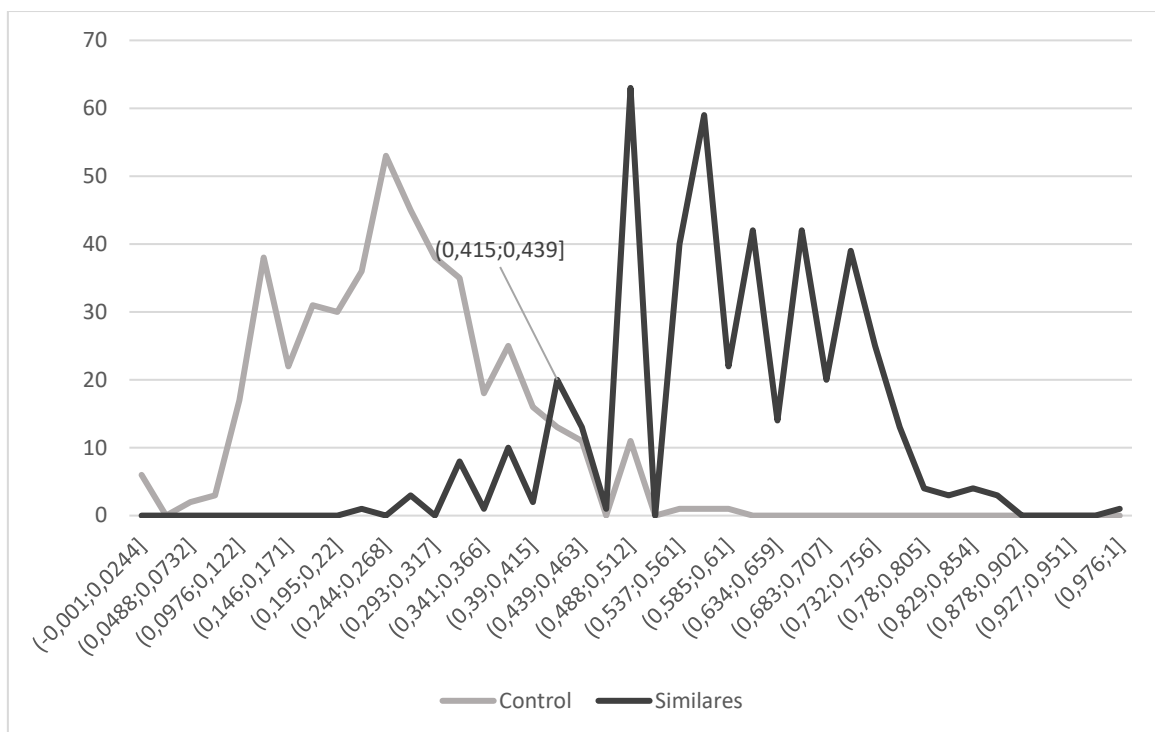


Figura 81.- Distribución fina del algoritmo LCSR1 en el estudio fonético

Se deberán ahora estudiar los extremos del intervalo (0,415; 0,439] cuyos resultados darán:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,415	54	23	94,92	88,08	627,11	1	<0,001	0,832
0,439	38	25	94,48	91,61	672,08	1	<0,001	0,861

Por lo que se determina el punto de corte en 0,439 al resultar aquel que presenta una v de Cramer más elevada. Los valores de este algoritmo superiores al punto de corte se podrán considerar como que la pareja de nombres de medicamentos a las que se ha aplicado es posible fuente de confusión por similitud entre los nombres.

9.- LCSR2

Por último, se estudiará el algoritmo LCSR2. Se presentan sus resultados a continuación, en la Tabla 40 y las Figuras 82 y 83.

Rangos Fon. LCSR2	Control	Similares
(-0,001;0,0909]	8	0
(0,0909;0,182]	54	0
(0,182;0,273]	128	0
(0,273;0,364]	132	10
(0,364;0,455]	91	22
(0,455;0,545]	31	73
(0,545;0,636]	9	136
(0,636;0,727]	0	116
(0,727;0,818]	0	70
(0,818;0,909]	0	22
(0,909;1]	0	4

Tabla 40.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético LCSR2

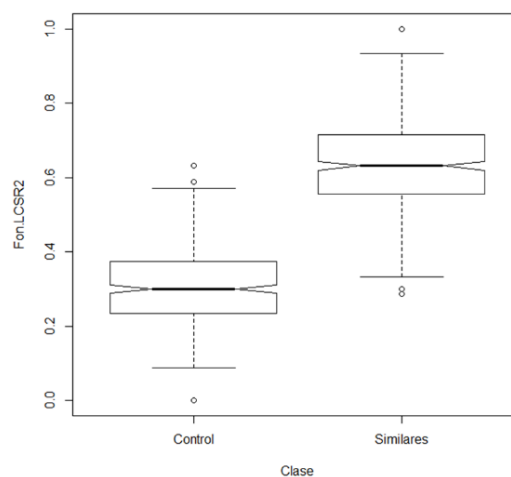


Figura 82.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético LCSR2

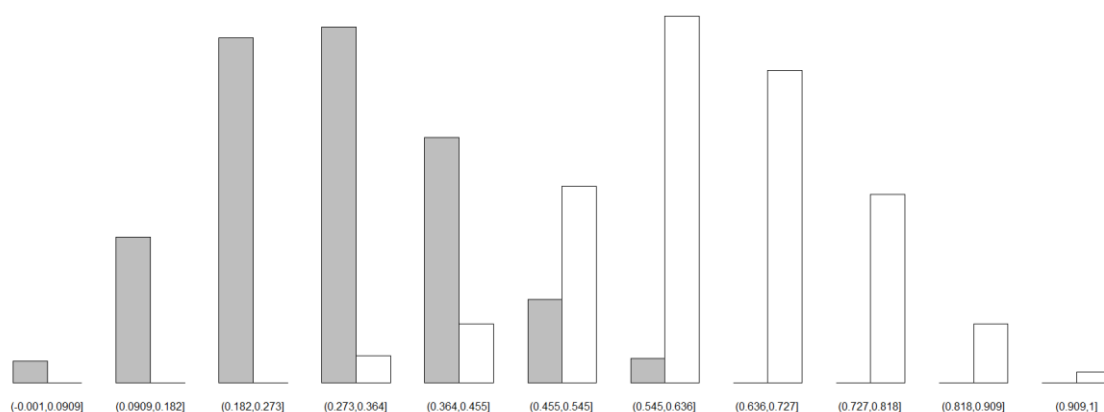


Figura 83.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético LCSR2.

Aplicando Ji-cuadrado se obtiene confirmación de las diferencias estadísticas en la distribución entre los dos grupos comparados.

$$\chi^2 = 677,15$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Del estudio de la gráfica de distribuciones y la Tabla se llega a que el mejor punto de corte se encuentra en 0,455, arrojando dicho punto los siguientes datos:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,455	40	32	92,94	91,17	641,09	1	<0,001	0,841

Nuevamente los valores superiores al punto de corte indicarán posible confusión entre los nombres.

Como se puede comprobar los resultados obtenidos con el estudio fonético tienen un comportamiento similar cualitativamente a los obtenidos a través de la aproximación ortográfica. Se observa que todos ellos diferencian entre los dos grupos de la muestra, como se puede ver en los valores p de las Ji-cuadrado calculadas en las distribuciones aparte de los obtenidos de la aplicación de la U de Mann Whitney. Todos los algoritmos, así mismo, permiten el cálculo de puntos de corte, con la salvedad de BIGRAM y TRIGRAM, que no demuestran tener utilidad, lo que también coincide con lo encontrado en la aproximación ortográfica.

En lo referente a los valores de la v de Cramer de los puntos de corte calculados nos encontramos, como en el caso ortográfico una vez más en órdenes de 0,8 (rango 0,802-0,896), tal y como se muestra en la Tabla 41.

Algoritmo	Punto de Corte	S (%)	E (%)	v de Cramer
EDR	0,732	95,58	94,04	0,896
NED	0,683	94,92	92,72	0,877
AMED	0,717	95,36	93,60	0,890
BIGRAM1B	0,220	92,05	88,08	0,802
TRIGRAM2B	0,122	91,39	94,48	0,859
LCSR1	0,439	94,48	91,61	0,861
LCSR2	0,455	92,94	91,17	0,841

Tabla 41.- Resultados de los Algoritmos Simples en el estudio fonético

A la vista de los datos de la Tabla y si se compara con la paralela de los Algoritmos Ortográficos Simples se puede destacar el parecido en el comportamiento de unos y otros, encontrándose incluso algunas coincidencias en el punto de corte determinado para los mismos algoritmos desde las dos aproximaciones tomadas.

IV.- ALGORITMOS MIXTOS Y COMPLEJOS EN EL ESTUDIO FONÉTICO

Como se demostró con los resultados obtenidos en la aproximación ortográfica, los algoritmos mixtos mejoran la separación entre los grupos *Control* y *Similares* de la muestra mejorando así los resultados en términos de diferenciación entre los grupos. Lógico parece entonces que se trabaje en el mismo sentido bajo la aproximación fonética, haciendo bueno el razonamiento que se hizo en el caso anterior. Se analizará, a la vista de los resultados, si en este caso se cumple la mejora de los datos aplicando los mismos algoritmos mixtos utilizados anteriormente. Un resumen de los resultados de la aplicación de estos algoritmos se presenta en el Anexo C.

El test de normalidad de Shapiro Wilk, ya nos indica la no normalidad de los datos, salvo en el caso del algoritmo LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xEDR que presenta normalidad en la distribución de los datos del grupo *Control* y *Similares*, tal y como se muestra en la Tabla 42.

Algoritmo	Control		Similares	
	W	p	W	p
EDR – TRIGRAM2B	0,984	<0,001	0,992	0,014
NED – TRIGRAM2B	0,923	<0,001	0,993	0,033
LCSR1 + TRIGRAM2B - NED	0,997	<0,001	0,995	0,129
TRIGRAM2B – 2xEDR	0,993	0,024	0,995	0,160
LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xEDR	0,995	0,149	0,996	0,228
EDR + NED – TRIGRAM2B	0,972	<0,001	0,996	0,373
LCSR1 + TRIGRAM2B – (EDR + NED)	0,979	<0,001	0,996	0,407
LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xNED	0,970	<0,001	0,996	0,279
LCSR2 + TRIGRAM2B – 2xEDR	0,993	0,031	0,996	0,337
AMED – TRIGRAM2B	0,985	<0,001	0,992	0,020

Tabla 17.- Test de normalidad de Shapiro Wilk

Por lo tanto, se deberá aplicar la prueba de contraste de hipótesis no paramétrica a todos los algoritmos menos a LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xEDR que llevará un tratamiento diferente. Lo primero que se deberá verificar con este último algoritmo es si las varianzas entre de los dos grupos se pueden considerar iguales, para lo que se aplicará el test de Levene. Al aplicar este test tomando la media como centro, al entender que las

distribuciones son normales, arroja un valor de $F = 0,4388$ lo que no demuestra diferencias estadísticamente significativas entre las varianzas de los dos grupos ($p=0,508$), luego se pueden considerar que las varianzas son iguales y entonces aplicar el test de T de Student para varianzas iguales con los siguientes resultados:

Algoritmo	Media Control	Media Similares	t	gl	p
LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xEDR	0,044	0,960	-68708	904	<0,001

Lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos.

Para el resto de algoritmos y dada la ausencia de normalidad en los datos aplica la prueba no paramétrica U de Mann Whitney para establecer o no la existencia de diferencias estadísticamente significativas. Los resultados se muestran en la Tabla 43

Algoritmo	Mediana Control	Mediana Similares	W	p
EDR – TRIGRAM2B	0,947	0,154	203 340	<0,001
NED – TRIGRAM2B	0,833	0,121	203 050	<0,001
LCSR1 + TRIGRAM2B - NED	-0,571	0,462	2 033	<0,001
TRIGRAM2B – 2xEDR	-1,905	-0,615	2 005	<0,001
EDR + NED – TRIGRAM2B	1,808	0,582	203 120	<0,001
LCSR1 + TRIGRAM2B – (EDR + NED)	-1,543	-0,009	2 070	<0,001
LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xNED	-1,412	0,020	2 240	<0,001
LCSR2 + TRIGRAM2B – 2xEDR	-1,625	0,000	2 088	<0,001
AMED – TRIGRAM2B	0,941	0,143	203 340	<0,001

Tabla 18.- Prueba U de Mann Whitney

A la vista de los datos que ofrece la Tabla 43 se puede afirmar que en todos los algoritmos analizados con esta prueba existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos corroborándose este hecho, por lo tanto, en todos los algoritmos mixtos desde la aproximación fonética.

Queda ahora estudiar cada algoritmo a través de sus distribuciones en sub-rangos y ver si se pueden calcular puntos de corte en los que se verifique una mejora de los resultados ortográficos.

1.- EDR – TRIGRAM2B (EDR.T2B)

Se comenzará por presentar una partición del rango del algoritmo en 11 sub-rangos e indicando cuantas parejas de nombres de medicamentos de cada uno de los grupos *Control* y *Similares* pertenece a cada sub-rango, como se muestra en la Tabla 44 y la Figura 85.

A continuación se aplica Ji-cuadrado para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las distribuciones de cada grupo y a partir de aquí se buscarán posibles puntos de corte que maximicen la v de Cramer. También se presentará en cada algoritmo el diagrama de cajas por grupos para que se vea como se diferencian los dos grupos de la muestra, como en este caso se observa en la Figura 84.

Rangos Fon. EDR.T2B *Control* *Similares*

(-1;-0,773]	0	1
(-0,773;-0,545]	0	4
(-0,545;-0,318]	0	29
(-0,318;-0,0909]	0	69
(-0,0909;0,136]	0	106
(0,136;0,364]	1	148
(0,364;0,591]	13	79
(0,591;0,818]	74	13
(0,818;1,05]	226	3
(1,05;1,27]	126	1
(1,27;1,5]	13	0

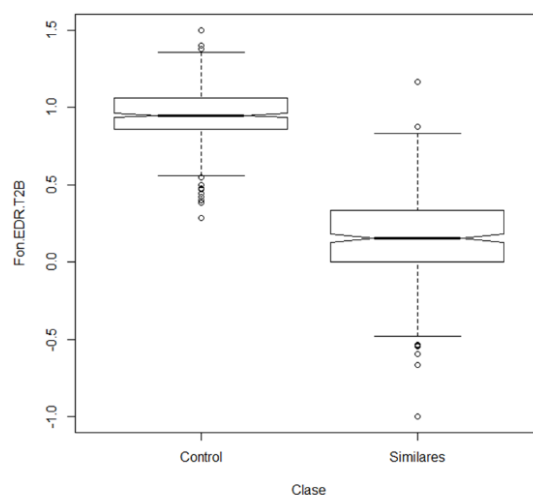


Figura 84.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto EDR - TRIGRAM2B

Tabla 19.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto EDR.T2B

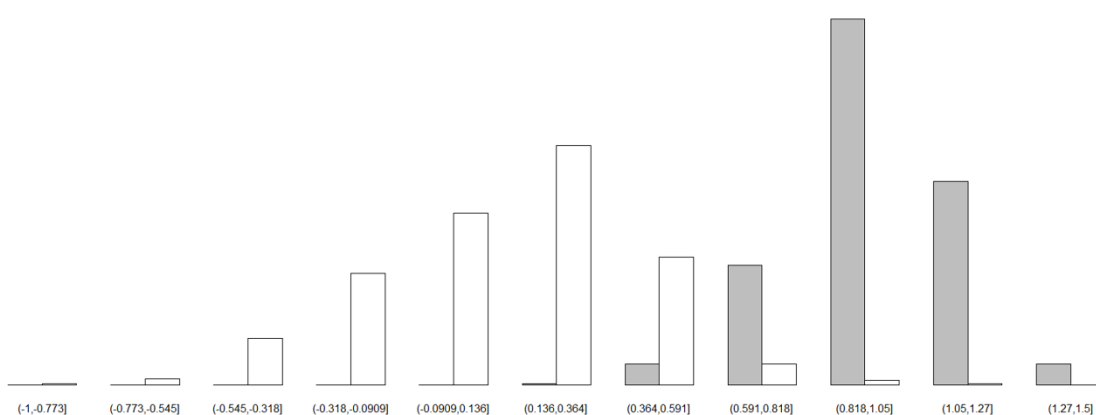


Figura 85.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto EDR - TRIGRAM2B.

Al aplicar Ji-cuadrado sobre la distribución por sub-rangos se obtiene:

$$\chi^2 = 797,33$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Demostrándose diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos.

Al analizar los datos de la Tabla y la propia gráfica se observa un punto de corte adecuado en 0,591, ofreciendo los siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,591	14	17	96,25	96,91	786,28	1	<0,001	0,932

A la vista de este resultado se confirma, no sólo la mejora frente a la aproximación fonética simple, si no frente a cualquier aproximación anterior bajo el prisma ortográfico.

2.- NED – TRIGRAM2B (NED.T2B)

Se estudia a continuación el algoritmo mixto NED – TRIGRAM2B después de aplicar la traducción fonética siguiendo la misma metodología. Las distribuciones por sub-rangos se muestran en la Tabla 45 y la Figura 87, mientras que el diagrama de cajas se presenta en la Figura 86.

Rangos Fon. NED.T2B	Control	Similares
(-1;-0,818]	0	1
(-0,818;-0,636]	0	1
(-0,636;-0,455]	0	11
(-0,455;-0,273]	0	33
(-0,273;-0,0909]	0	60
(-0,0909;0,0909]	0	92
(0,0909;0,273]	1	120
(0,273;0,455]	9	90
(0,455;0,636]	35	35
(0,636;0,818]	171	8
(0,818;1]	237	2

Tabla 20.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético NED.T2B

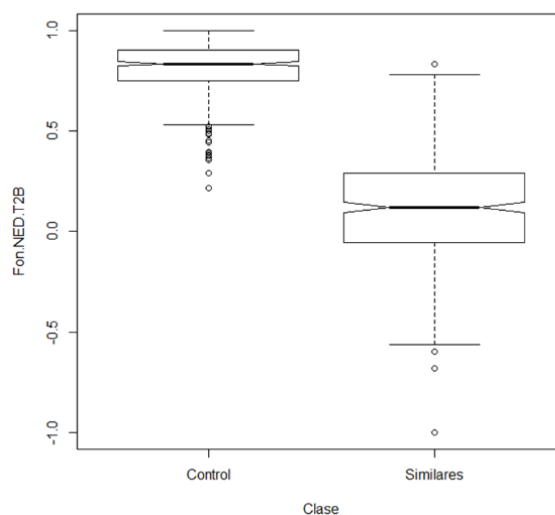


Figura 86.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto NED - TRIGRAM2B

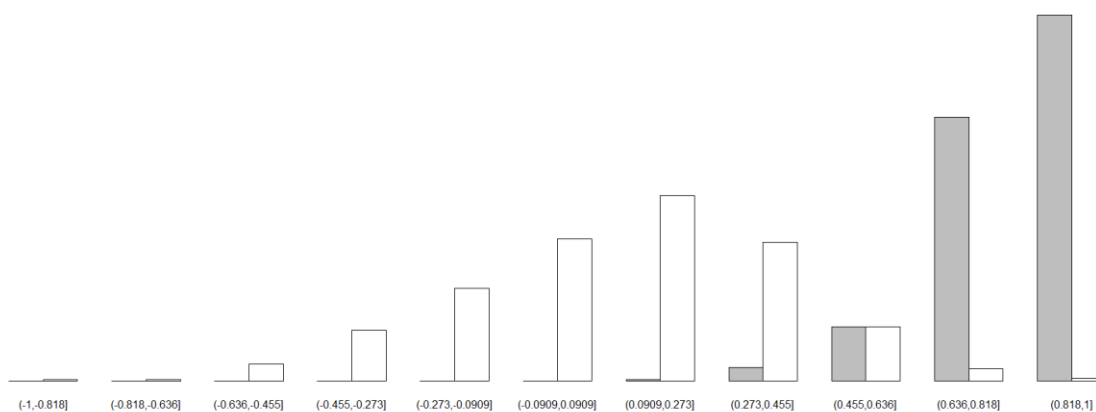


Figura 87.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto NED - TRIGRAM2B

Aplicado Ji-cuadrado se demuestra nuevamente que la distribución por sub-rangos presenta diferencias entre los grupos comparados.

$$\chi^2 = 760,80$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Ahora se encuentra que el punto de corte debe estar en el intervalo (4,455; 0,636]. Se intentará determinar un valor más ajustado aumentando a 41 el número de sub-rangos, de forma que se llega a la Figura 88.

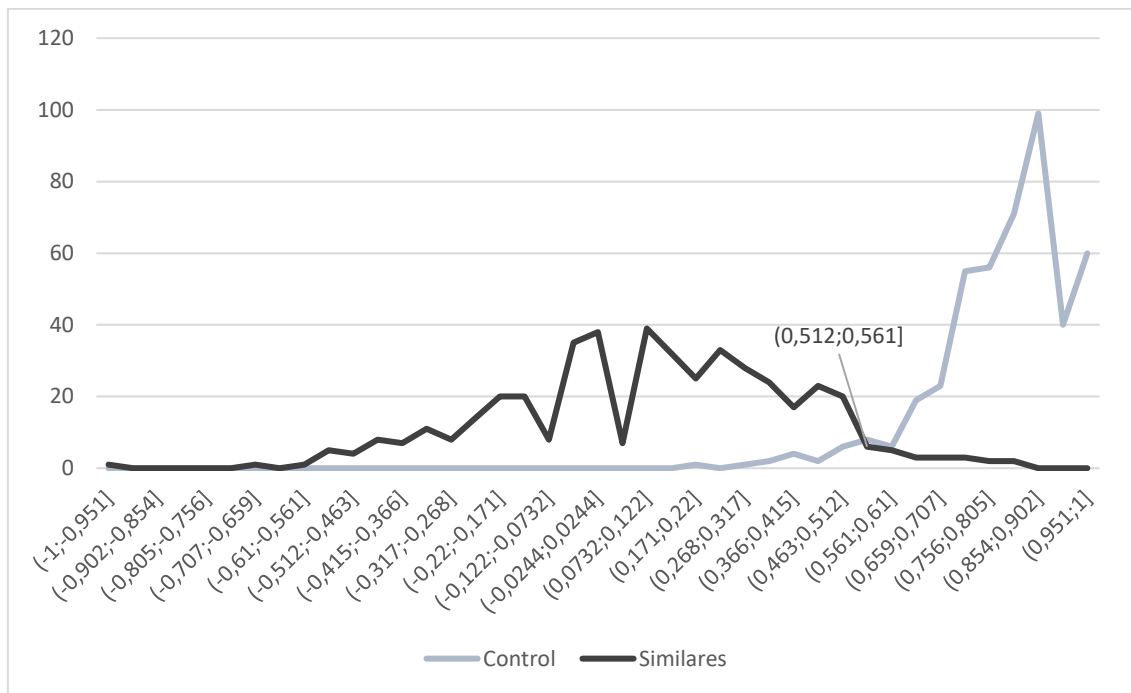


Figura 7.- Distribución fina del algoritmo NED - TRIGRAM2B en el estudio fonético

Se observa que el punto más apropiado está en el nuevo intervalo (0,561; 0,610]. Si se estudian los dos extremos del intervalo se tiene:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,561	24	18	96,03	94,70	745,92	1	<0,001	0,907
0,610	30	13	97,13	93,38	743,21	1	<0,001	0,906

Sin embargo si se hace un ajuste más fino se puede llegar a un punto de corte intermedio en 0,580 con los siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,580	25	14	96,91	94,48	757,16	1	<0,001	0,914

Se puede observar que este ajuste mejora el resultado al arrojar un valor de la v de Cramer sensiblemente superior a los puntos testados anteriormente.

3.- LCSR1 + TRIGRAM2B – NED (L1.T2B.NED)

Estudiando este algoritmo se llega a las figuras 89 y 90 y la Tabla 46 donde se reflejan los resultados obtenidos.

Rangos Ort. L1.T2B.NED	Control	Similares
(-1;-0,727]	100	0
(-0,727;-0,455]	227	3
(-0,455;-0,182]	97	12
(-0,182;0,0909]	21	47
(0,0909;0,364]	8	112
(0,364;0,636]	0	121
(0,636;0,909]	0	94
(0,909;1,18]	0	50
(1,18;1,45]	0	11
(1,45;1,73]	0	2
(1,73;2]	0	1

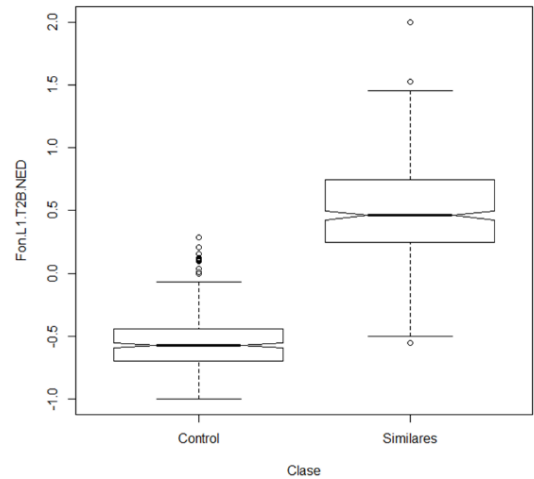


Figura 8.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto LCSR1 + TRIGRAM2B - NED

Tabla 21.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto L1.T2B.NED

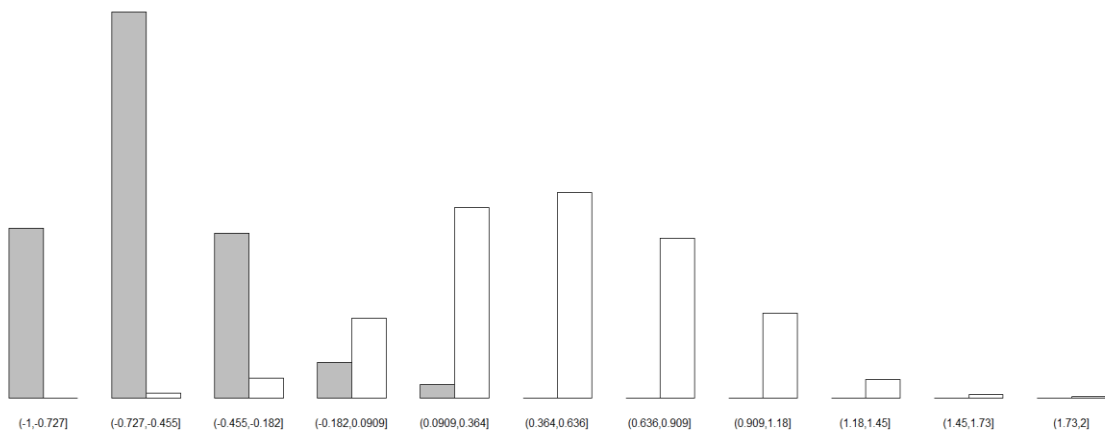


Figura 90.- Distribución dpor sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto LCSR1 + TRIGRAM2B - NED

Aplicando la prueba Ji-cuadrado se confirma, como se muestra a continuación, que existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución por sub-rangos entre los grupos Similares y Control.

$$\chi^2 = 763,52$$

$$gl= 10$$

$$p < 0,001$$

En este caso un apropiado punto de corte pudiera ser el -0,182, con el que se tendrían los siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,182	29	15	96,69	93,60	739,25	1	<0,001	0,903

Sin embargo si se aumenta el número de sub-rangos a 41 se tiene que en el corte -0.122 se tendría:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,122	21	19	95,81	95,36	763,08	1	<0,001	0,912

A la vista de estos resultados para el nuevo punto de corte en el que se verifica un valor de la v de Cramer superior, se decide escoger este punto considerando fuentes de posible confusión aquellas parejas de nombres de medicamentos con valores del algoritmo superior a -0,122.

4.- TRIGRAM2B – 2xEDR (T2B.2xEDR)

Se pasa a estudiar algoritmo mixto TRIGRAM2B – 2xEDR bajo la aproximación fonética con los resultados que presentan la Tabla 47 y las figuras 91 y 92.

Rangos Fon.T2B.2xEDR	Control	Similares
(-3;-2,64]	6	0
(-2,64;-2,27]	48	1
(-2,27;-1,91]	167	0
(-1,91;-1,55]	175	5
(-1,55;-1,18]	47	27
(-1,18;-0,818]	10	111
(-0,818;-0,455]	0	152
(-0,455;-0,0909]	0	104
(-0,0909;0,273]	0	46
(0,273;0,636]	0	6
(0,636;1]	0	1

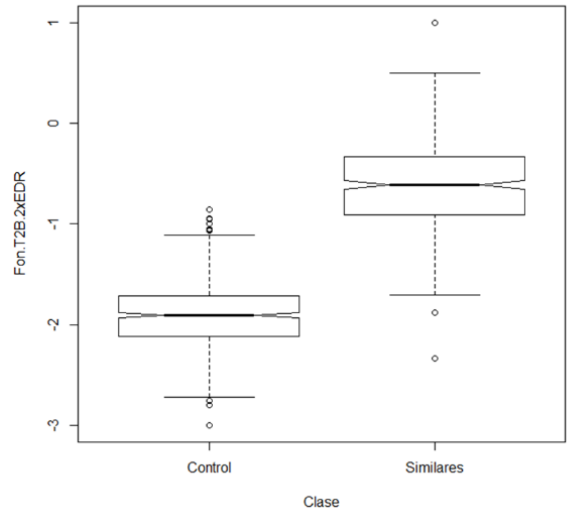


Figura 91.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto TRIGRAM2B - 2xEDR

Tabla 22.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto T2B.2xEDR

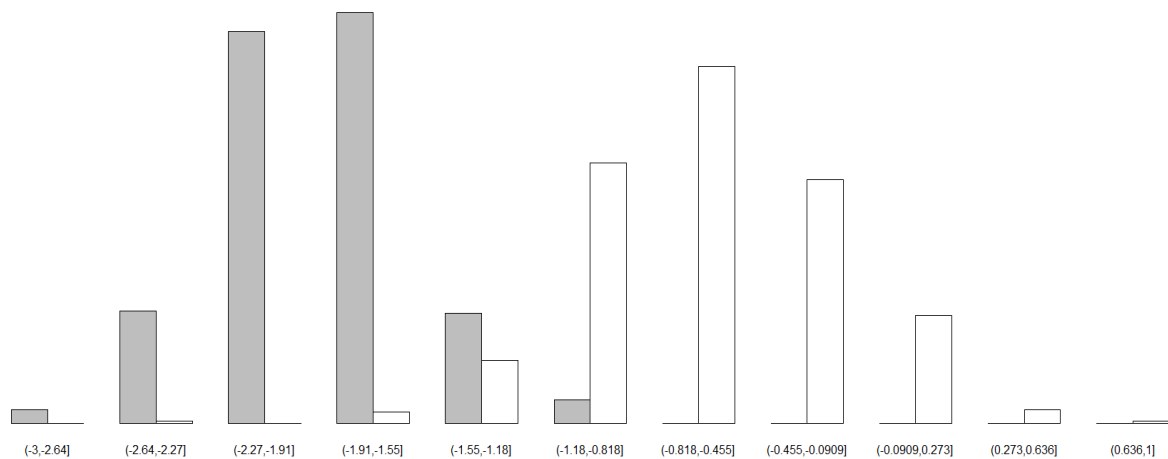


Figura 92.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto TRIGRAM2B - 2xEDR

Al aplicar la prueba Ji-cuadrado para estudiar si las distribuciones por grupos presentan diferencias estadísticamente significativas se tiene:

$$\chi^2 = 777,35$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Al estudiar la distribución de las parejas de nombres de medicamentos por sub-rangos se observa que el punto de corte se debe buscar en el intervalo (-1,55; -1,18]. Pero para ajustar más la búsqueda se desarrollará una nueva distribución en 41 sub-rangos de modo que se tiene la Figura 93:

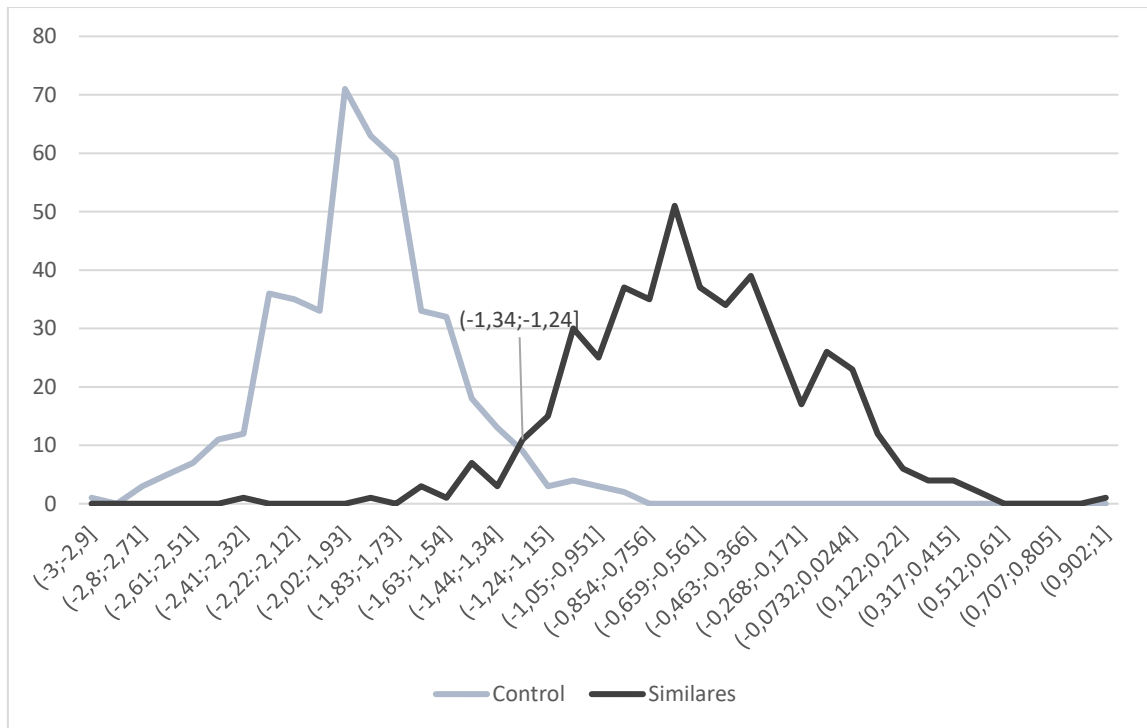


Figura 93.- Distribución fina del algoritmo mixto TRIGRAM2B - 2xEDR en el estudio fonético

En el punto 1,34 se tiene un punto de corte que parece en principio bueno, ofreciendo las siguientes características:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-1,340	21	16	96,47	95,36	764,14	1	<0,001	0,918

Sin embargo al realizar un ajuste más fino se puede llegar a otro punto de corte más apropiado:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-1,300	14	20	95,58	96,91	775,24	1	<0,001	0,925

Como se verifica el valor de la v de Cramer del punto -1,3 supera al del anterior punto -1,34 escogiéndose el que presenta una v de Cramer más alta.

5.- LCSR1 + TRIGRAM2B – 2xEDR (L1.T2B.2xEDR)

Analizando este algoritmo se observan los resultados que se muestran en la Tabla 48 y las Figuras 94 y 95.

Rangos Fon.L1.T2B.2xEDR	Control	Similares
(-2,92;-2,47]	13	0
(-2,47;-2,02]	70	1
(-2,02;-1,57]	180	0
(-1,57;-1,13]	141	6
(-1,13;-0,68]	40	37
(-0,68;-0,233]	9	107
(-0,233;0,213]	0	153
(0,213;0,66]	0	96
(0,66;1,11]	0	46
(1,11;1,55]	0	6
(1,55;2]	0	1

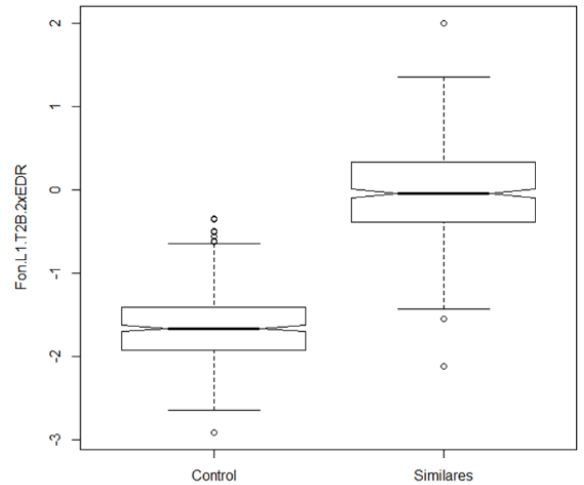


Figura 94.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xEDR

Tabla 23.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto L1.T2B.2xEDR

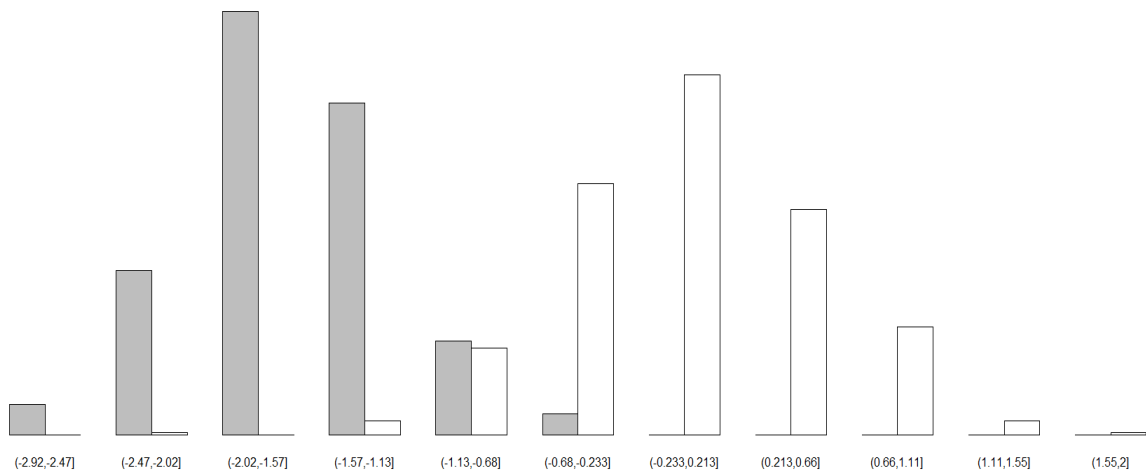


Figura 95.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xEDR

Aplicando Ji-cuadrado se obtiene confirmación de que los grupos se diferencian estadísticamente al aplicarles la distribución por sub-rangos.

$$\chi^2 = 768,95$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Se observa que el punto de corte buscado está en el intervalo (-1,13; -1,68], pero se deberá ampliar el número de sub-rangos a 41 obteniéndose un punto de corte apropiado en -0,876, como se puede ver en la Figura 96.

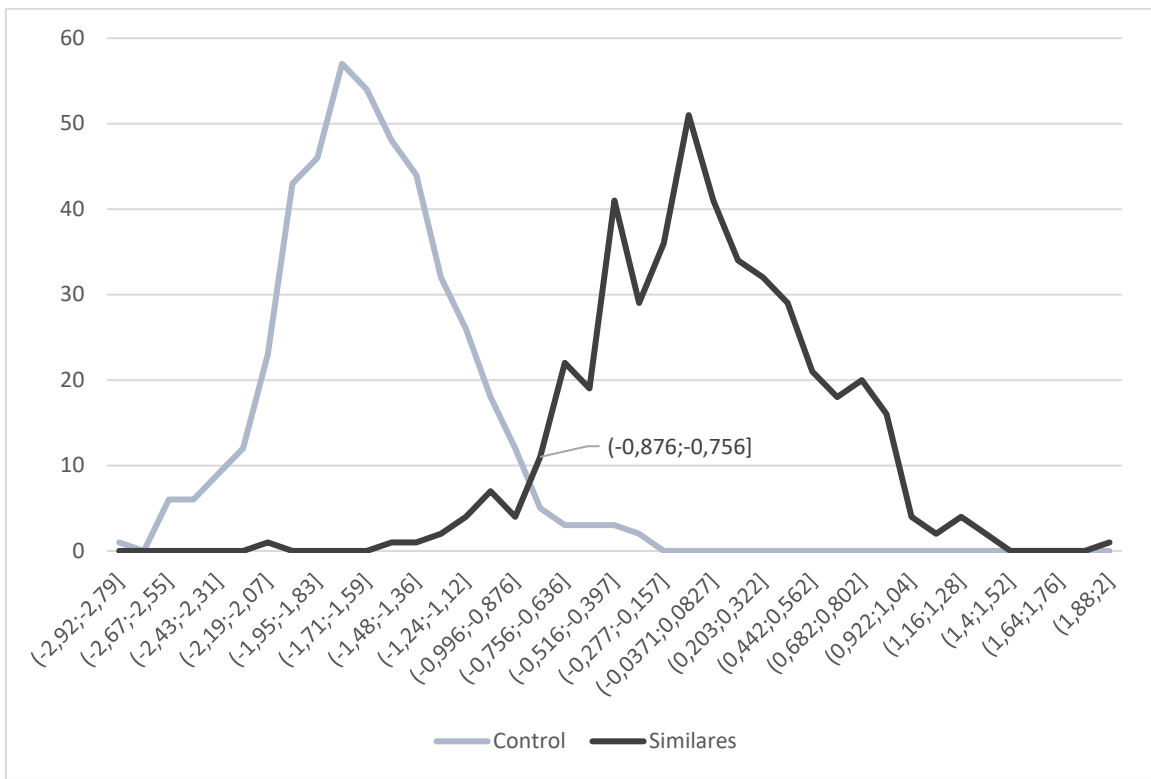


Figura 96.- Distribución fina del algoritmo mixto LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xEDR en el estudio fonético

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,876	16	20	95,58	96,47	767,78	1	<0,001	0,921

Este punto de corte permite diferenciar las parejas de nombres de medicamentos considerándose aquellas con un valor del algoritmo superior a -0,876 fuente de posible confusión mientras que, al contrario, las que tienen un valor inferior se pueden considerar de difícil confusión.

6.- EDR + NED – TRIGRAM2B (EDR.NED.T2B)

Con la misma metodología se pasa a analizar el siguiente algoritmo obteniendo los resultados que se presentan en la Tabla 49 y figuras 97 y 98.

Rangos Fon.EDR.NED.T2B	Control	Similares
(-1;-0,69]	0	1
(-0,69;-0,379]	0	4
(-0,379;-0,0692]	0	24
(-0,0692;0,241]	0	60
(0,241;0,551]	0	113
(0,551;0,862]	1	135
(0,862;1,17]	11	88
(1,17;1,48]	45	22
(1,48;1,79]	161	5
(1,79;2,1]	195	1
(2,1;2,42]	40	0

Tabla 24.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto EDR.NED.T2B

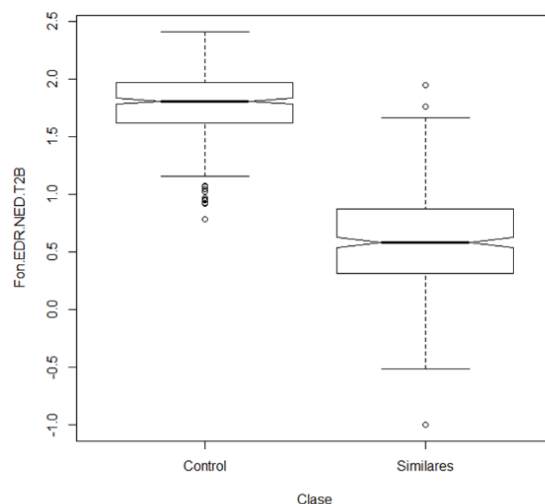


Figura 97.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto EDR + NED - TRIGRAM2B

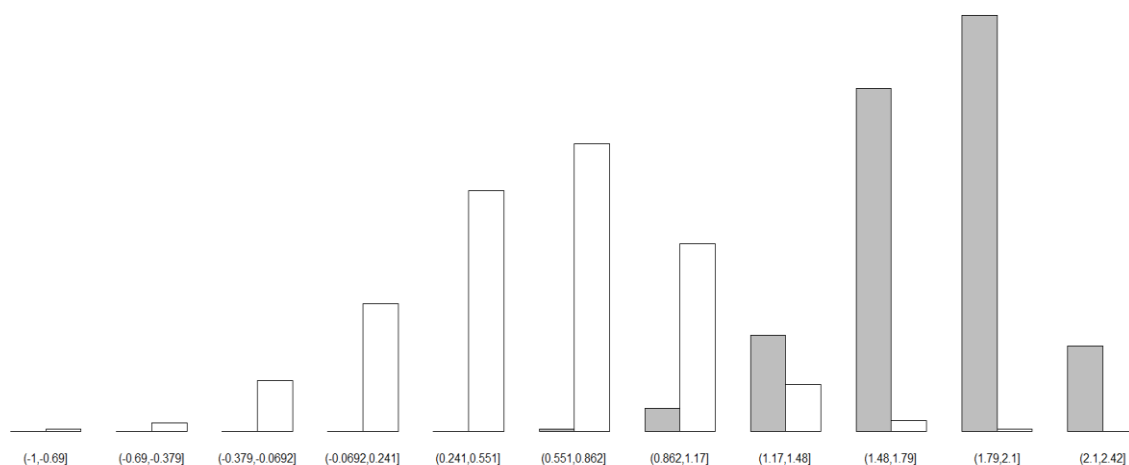


Figura 9.- Distribución del Algoritmo Fonético Mixto EDR + NED - TRIGRAM2B

A continuación, se aplica Ji- cuadrado para estudiar las diferencias entre los grupos con los siguientes resultados:

$$\chi^2 = 780,44$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Una vez verificado que los grupos presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) se estudia la distribución observándose que en 1,170 podría encontrarse un punto de corte bueno, ofreciendo los siguientes datos:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
1,170	12	28	93,82	97,35	754,00	1	<0,001	0,912

Sin embargo, se puede hacer un ajuste más fino aumentando a 41 los sub-rangos como se muestra en la Figura 99.

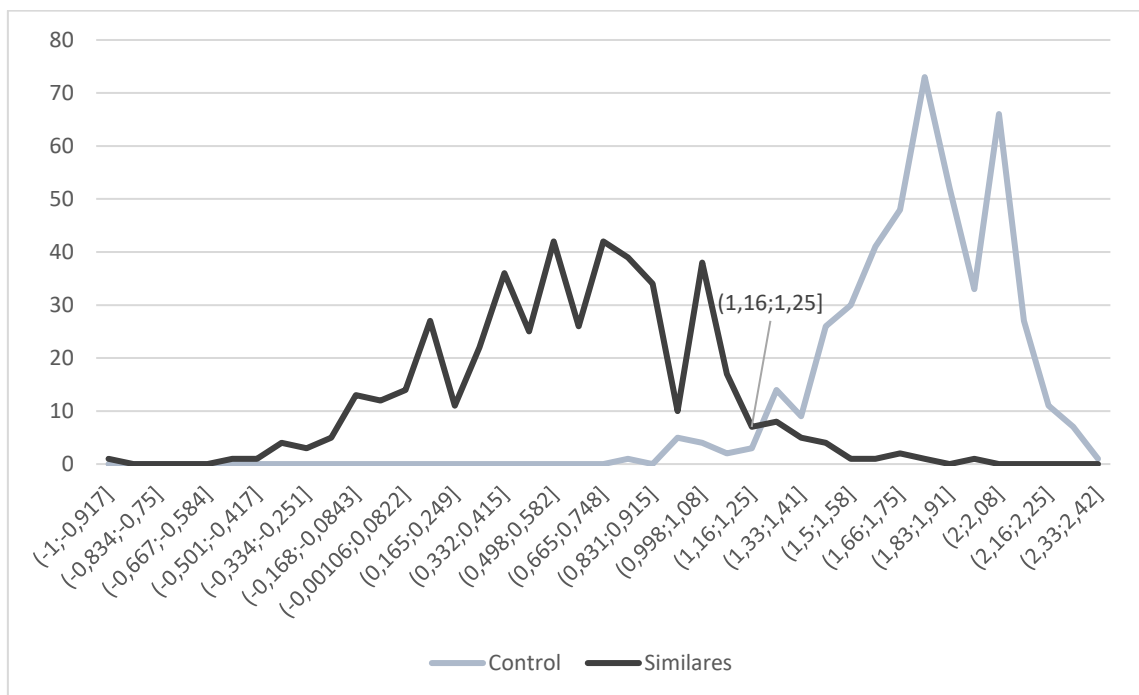


Figura 10.- Distribución fina del algoritmo mixto EDR + NED - TRIGRAM2B en el estudio fonético

Ahora aparece como nuevo candidato el punto 1,25 pero se puede hacer aún un mejor ajuste desplazando el punto a la derecha hasta 1,29 llegando a obtenerse los siguientes datos:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
1,290	20	16	96,47	95,58	767,78	1	<0,001	0,921

Se confirma que el punto óptimo resulta ser el 1,29 ya que resulta aquel que ofrece mayor valor de la v de Cramer.

7.- LCSR1 + TRIGRAM2B – (EDR + NED) (L1.T2B.EDR.NED)

Se estudiará a continuación este algoritmo presentando sus resultados en la Tabla 50 y las figuras 100 y 101.

Rangos Fon.L1.T2B.EDR.NED	Control	Similares
(-2;33,-1;93]	55	0
(-1;93,-1;54]	177	1
(-1;54,-1;15]	153	4
(-1;15,-0;753]	56	21
(-0;753,-0;36]	10	86
(-0;36,0;0336]	2	138
(0;0336,0;427]	0	105
(0;427,0;82]	0	68
(0;82,1;21]	0	25
(1;21,1;61]	0	4
(1;61,2]	0	1

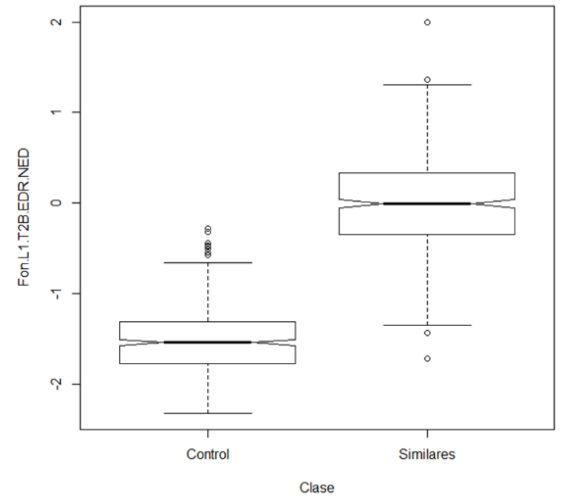


Figura 100.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto LCSR1 + TRIGRAM2B - (EDR + NED)

Tabla 50.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto L1.T2B.EDR.NED

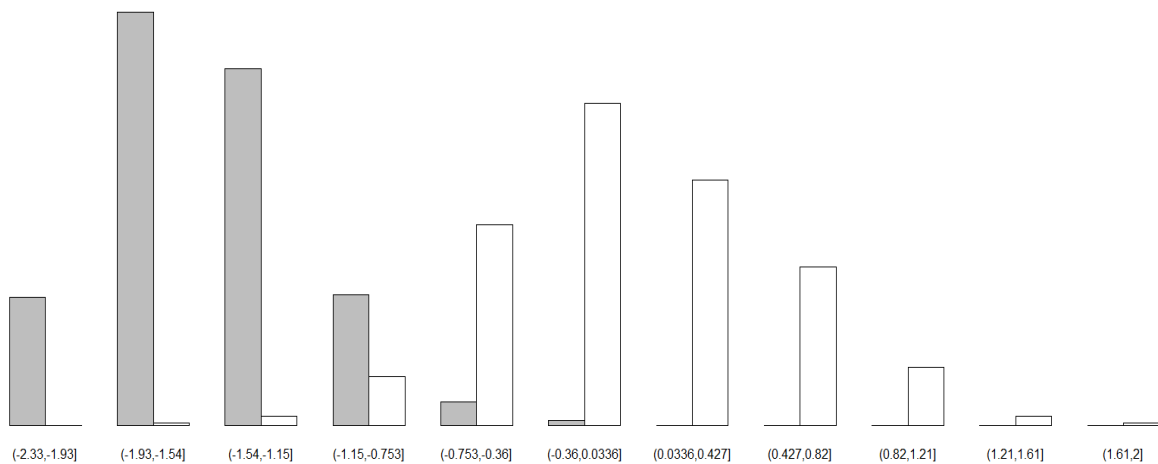


Figura 101.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto LCSR1 + TRIGRAM2B - (EDR + NED)

Aplicando Ji-cuadrado se puede confirmar que los grupos presentan diferencias estadísticamente significativas en la distribución.

$$\chi^2 = 781,62$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

La situación que se presenta recuerda al caso anterior. Se puede observar un punto de corte correcto en -0,753 con las siguientes características:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,753	12	26	94,26	97,35	761,10	1	<0,001	0,917

Aunque se pueden encontrar puntos más equilibrados de S y E los valores de v de Cramer empeoran de forma que este punto de corte se considera el más apropiado.

8.- LCSR1 + TRIGARM2B – 2xNED (L1.T2B.2xNED)

Se analizará a continuación el último algoritmo que utiliza LCSR1 con los resultados que muestran la Tabla 51 y las figuras 102 y 103.

Rangos Fon.L1.T2B.2xNED	Control	Similares
(-2;-1,64]	96	0
(-1,64;-1,27]	214	4
(-1,27;-0,909]	106	8
(-0,909;-0,545]	28	45
(-0,545;-0,182]	9	95
(-0,182;0,182]	0	136
(0,182;0,545]	0	88
(0,545;0,909]	0	58
(0,909;1,27]	0	15
(1,27;1,64]	0	3
(1,64;2]	0	1

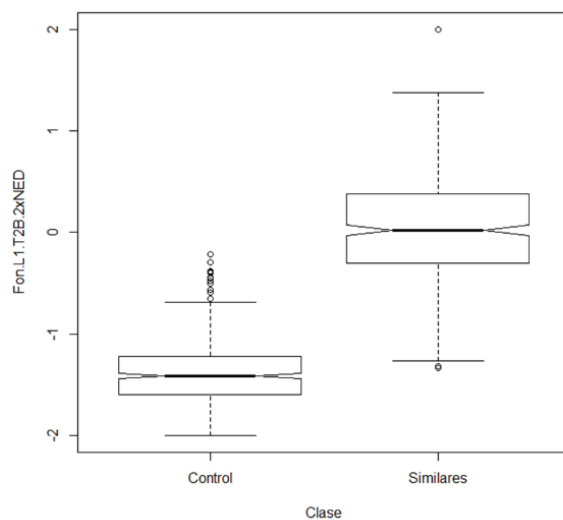


Figura 102.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xNED

Tabla 51.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto L1.T2B.2xNED

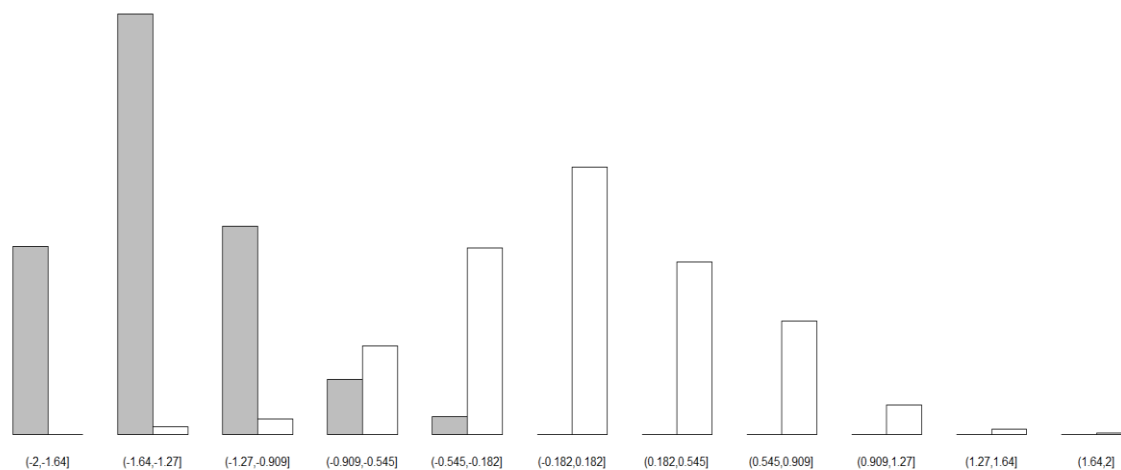


Figura 103.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xNED

Al aplicar Ji-cuadrado se obtiene:

$$\chi^2 = 758,61$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

Lo que demuestra diferencias estadísticamente significativas entre los grupos Similares y Control en la distribución por sub-rangos.

A la vista de los resultados el punto de corte se podría encontrar en el intervalo (-0,909; -0,545], debiendo aumentar el número de sub-rangos a 41 para poder ajustar más el valor. Así se llega a la Figura 104.

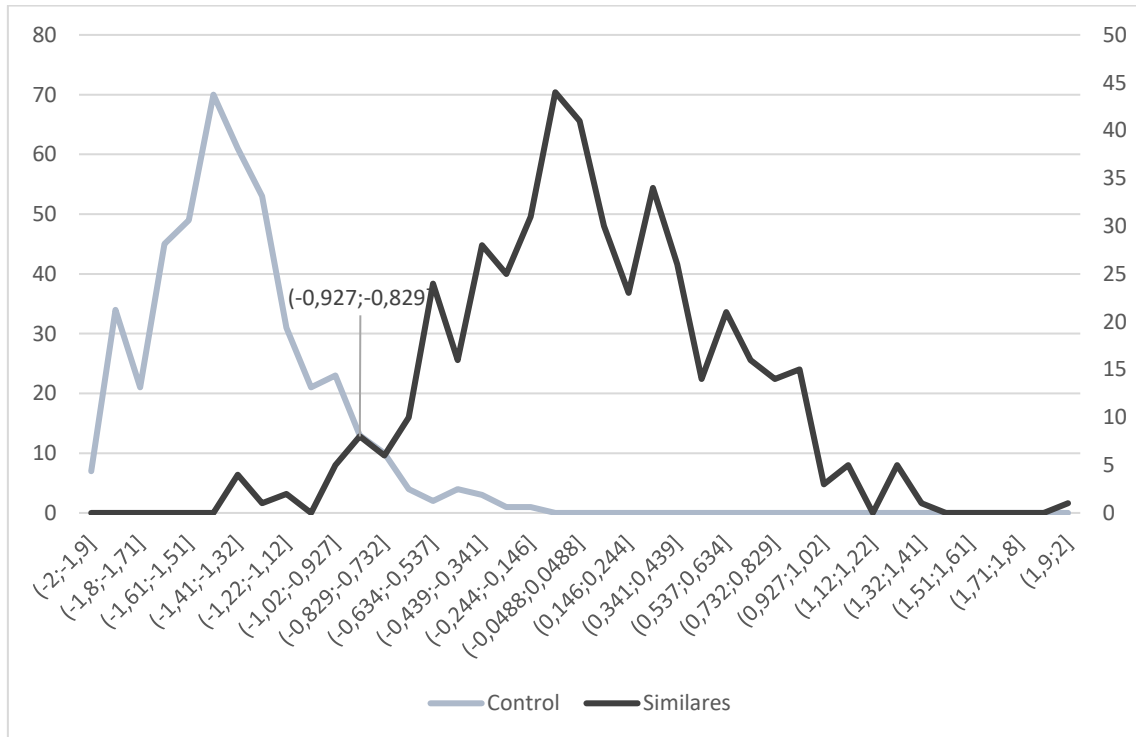


Figura 104.- Distribución fina del algoritmo mixto LCSR1 + TRIGRAM2B - 2xNED en el estudio fonético

Ahora el punto de corte se debe encontrar en el intervalo más ajustado (-0,829; -0,732], teniendo:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,829	25	20	95,58	94,48	735,03	1	<0,001	0,901
-0,732	15	26	94,26	96,69	749,86	1	<0,001	0,910

Queda pues como punto de corte más adecuado el -0,732 al presentar el mayor valor de la v de Cramer.

9.- LCSR2 + TRIGRAM2B – 2xEDR (L2.T2B.2xEDR)

Los resultados del estudio de este algoritmo se presentan en la Tabla 52 y las figuras 105y 106.

Rangos Font.L2.T2B.2xEDR	Control	Similares
(-2,86;-2,42]	12	0
(-2,42;-1,97]	86	1
(-1,97;-1,53]	167	0
(-1,53;-1,09]	141	7
(-1,09;0,649]	38	37
(-0,649;-0,208]	9	106
(-0,208;0,234]	0	146
(0,234;0,675]	0	104
(0,675;1,12]	0	44
(1,12;1,56]	0	7
(1,56;2]	0	1

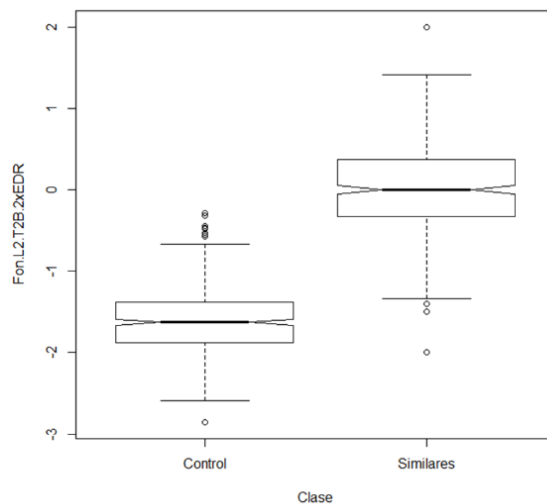


Figura 105.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto LCSR2 + TRIGRAM2B - 2xEDR

Tabla 25.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto L2.T2B.2xEDR

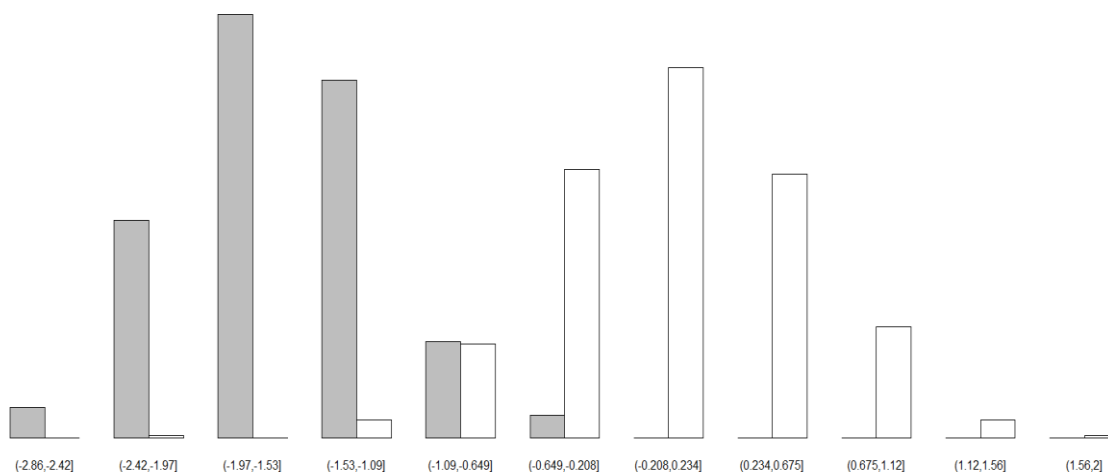


Figura 106.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto LCSR2 + TRIGRAM2B - 2xEDR

Aplicando la prueba Ji-cuadrado se llega a la conclusión de que los grupos se diferencian estadísticamente en la distribución aplicada.

$$\chi^2 = 767,20$$

$$gl= 10$$

$$p < 0,001$$

Es evidente que el punto de corte que se debe buscar está en el intervalo (-1,090; -0,649], pero para poder definirlo con más precisión se deberán aumentar los sub-rangos a 41. Así se tiene la gráfica de la Figura 107.

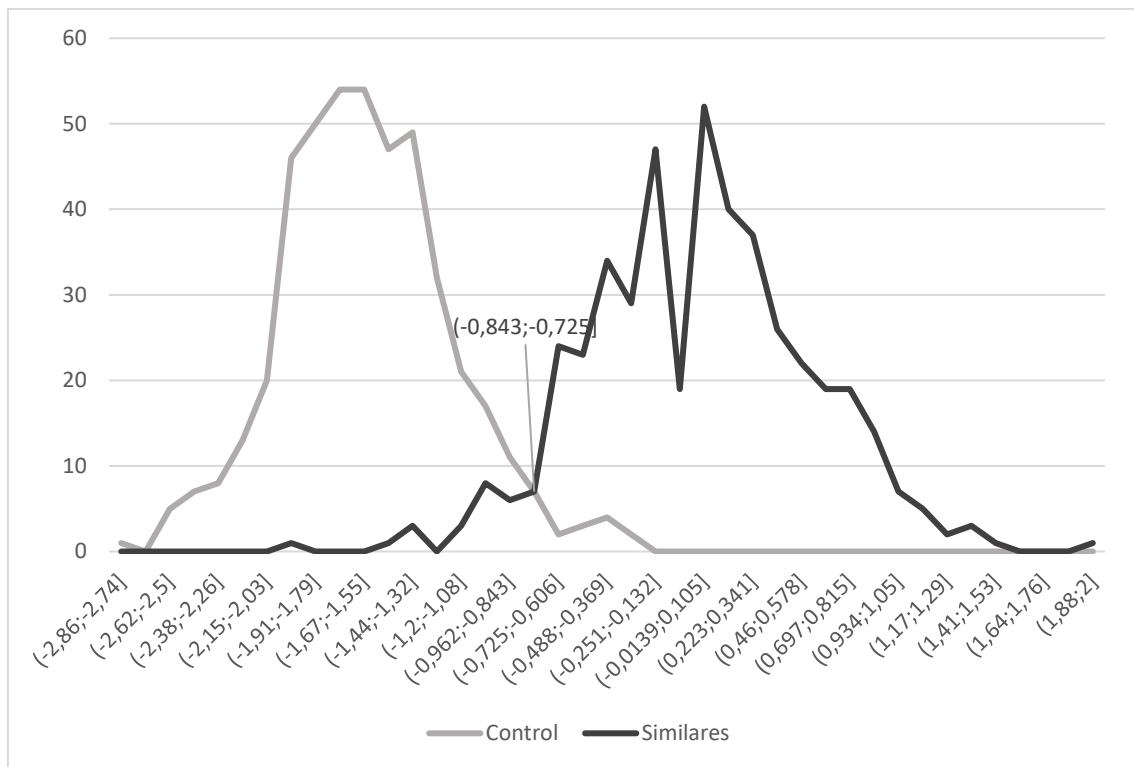


Figura 107.- Distribución fina del algoritmo mixto LCSR2 + TRIGRAM2B - 2xEDR en el estudio fonético

Se obtiene así, en primera aproximación, el punto de corte -0,843, que ofrece los siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,753	18	22	95,14	96,03	753,12	1	<0,001	0,912

Sin embargo si se realiza un ajuste más fino se puede llegar a un punto de corte más ajustado.

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,900	21	18	96,03	95,36	756,75	1	<0,001	0,914

Queda así definido el punto de corte más adecuado en -0,9 para este algoritmo por tener el valor de v de Cramer superior al anterior.

10.- AMED – TRIGRAM2B (AMED.T2B)

Por último, en lo que se refiere a los algoritmos mixtos en la aproximación fonética que se está desarrollando, se analizará AMED – TRIGRAM2B siguiendo la misma metodología. Se pueden observar los resultados que ofrecen en la Tabla 53 y las figuras 108 y 109.

Rangos Ort.AMED.T2B	Control	Similares
(-1;-0,782]	0	1
(-0,782;-0,564]	0	2
(-0,564;-0,345]	0	25
(-0,345;-0,127]	0	67
(-0,127;0,0909]	0	90
(0,0909;0,309]	1	155
(0,309;0,527]	10	80
(0,527;0,745]	48	27
(0,745;0,964]	203	5
(0,964;1,18]	168	1
(1,18;1,4]	23	0

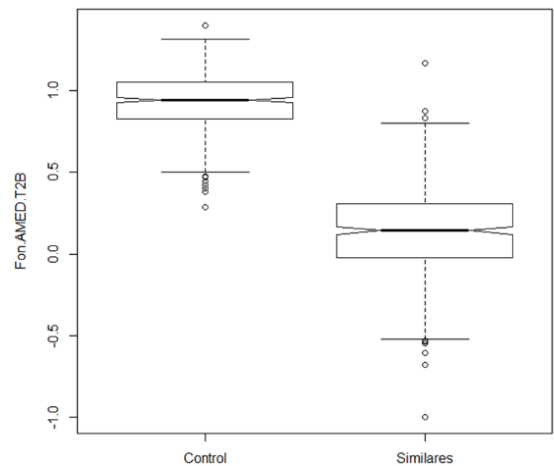


Figura 11.- Diagrama de Cajas del Algoritmo Fonético Mixto AMED - TRIGRAM2B

Tabla 26.- Sub-rangos del Algoritmo Fonético Mixto AMED.T2B

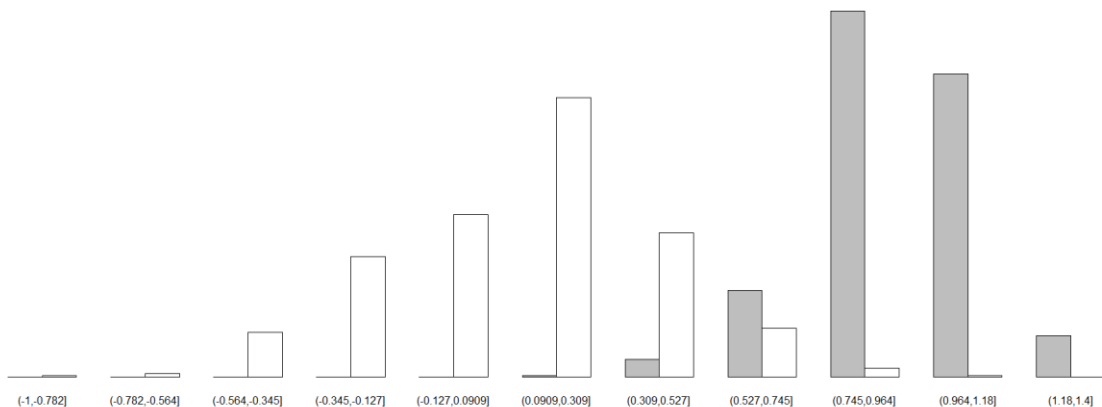


Figura 12.- Distribución por sub-rangos del Algoritmo Fonético AMED - TRIGRAM2B

Aplicando ahora la prueba Ji-cuadrado se tiene que, también en este algoritmo, la distribución por sub-rangos presenta diferencias estadísticamente significativas entre los grupos comparados, como se verifica en los resultados que se muestran a continuación.

$$\chi^2 = 773,85$$

$$gl = 10$$

$$p < 0,001$$

El intervalo en el que se debe encontrar el punto de corte más apropiado es (0,527; 0,745], pero para ajustarlo se deberá aumentar, una vez más, el número de sub-rangos a 41. De esta forma se obtiene la Figura 110.

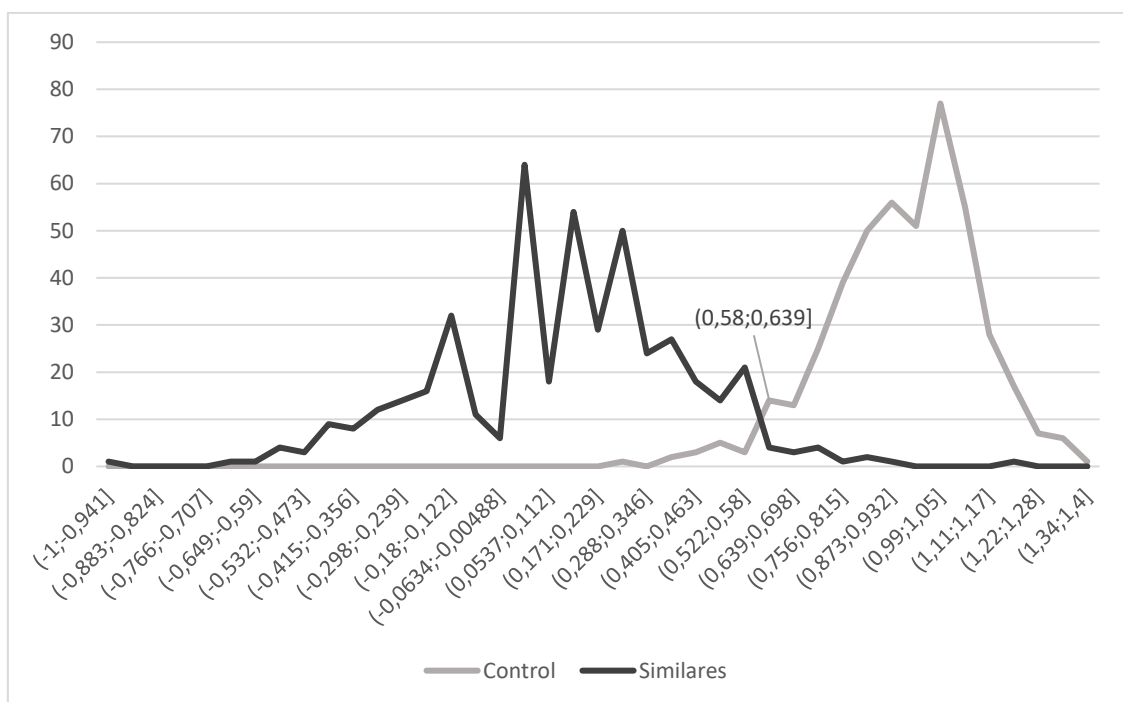


Figura 13.- Distribución fina del algoritmo mixto AMED - TRIGRAM2B en el estudio fonético

Así se puede probar el punto de corte 0,580 obteniendo:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,580	14	16	96,47	96,91	789,99	1	<0,001	0,934

Sin embargo, si se hace un ajuste más fino se puede obtener un nuevo punto de corte más apropiado con un resultado más adecuado por ofrecer una v de Cramer más alta aún, como se muestra en la Tabla a continuación.

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
0,590	14	15	96,69	96,91	793,72	1	<0,001	0,936

Por lo tanto para este algoritmo el punto de corte sería 0,590. De esta forma se considerarán como parejas de nombres de medicamentos que pueden producir confusión aquellas que tengan un valor del algoritmo AMED- TRIGRAM2B < 0,590. Si el valor del algoritmo es mayor no se considerarán confundibles.

La Tabla 54 incluye los valores de S y E así como la v de Cramer en los puntos de corte determinados para cada algoritmo mixto bajo la aproximación fonética. Se puede observar que en todos los casos los algoritmos mixtos mejoran los resultados de los algoritmos simples.

Algoritmo	Corte	S (%)	E (%)	v de Cramer
EDR.T2B	0,591	96,25	96,91	0,932
NED.T2B	0,580	96,91	94,48	0,914
L1.T2B.NED	-0,122	95,81	95,36	0,912
T2B.2xEDR	-1,300	95,58	96,91	0,925
L1.T2B.2xEDR	-0,876	95,58	96,47	0,921
EDR.NED.T2B	1,290	96,47	95,58	0,921
L1.T2B.EDR.NED	-0,753	94,26	97,35	0,917
L1.T2B.2xNED	-0,732	94,26	96,69	0,910
L2.T2B.2xEDR	-0,900	96,03	95,36	0,914
AMED.T2B	0,590	96,69	96,91	0,936

Tabla 27.- Resultados de los Algoritmos Mixtos en la aproximación fonética

A la vista de los datos que ofrece la Tabla 54 se puede ver que la v de Cramer vuelve a subir, como ya lo hizo en la aproximación ortográfica, de valores de 0,8 con los Algoritmos Fonéticos Simples a 0,9 en los Algoritmos Fonéticos Mixtos (rango 0,910 – 0,936).

Además, si comparamos los mismos resultados entre la aproximación ortográfica y la fonética se puede observar que mientras que en la ortográfica el rango va de 0,909 a 0,923, en la fonética se mejora algo el límite bajo del rango (0,910) pero el límite alto sube de 0,923 a 0,936 ofreciendo los mejores resultados, una vez más, con el algoritmo AMED – TRIGRAM2B. En general solo empeora el valor de la v de Cramer en un algoritmo, en otro ofrece el mismo valor y en ocho lo mejora en la aproximación fonética frente a la ortográfica. Por ello se puede afirmar que la aproximación fonética ha sido de utilidad mejorando los resultados de la primera aproximación ortográfica.

11.- ALGORITMOS FONÉTICOS COMPLEJOS

Ya se estudiaron este tipo de algoritmos en bajo la aproximación ortográfica, y se evidenciaron los motivos por los que no parecía que un estudio en profundidad se justificase a la vista de los resultados que se podían esperar.

En primer lugar, existen 2036 posibles algoritmos por la combinación de los 10 algoritmos mixtos calculados, lo que supone un número considerablemente alto. Además, si se quiere mejorar la E se deben aplicar múltiples algoritmos, ya que cuantos más algoritmos se apliquen más se mejorará. Sin embargo, la mejora de E irá en detrimento de S; de hecho, para pequeñas mejoras de E se tendrían que asumir, a menudo, grandes deterioros de S.

Por lo tanto, buscar la formación de algoritmos complejos no parece un camino que lleve a ninguna aportación más dadas las dos razones antes explicadas.

Sin embargo, igual que sí resultó útil hacer un corte en BIGRAM1B para ayudar a mejorar la E sin perjudicar la S podría ensayarse algo parecido en esta aproximación fonética. En efecto si después de aplicar **FONETIX** se utiliza BIGRAM1B se obtiene que 4 parejas de nombres del grupo *Similares* tienen un valor de BIGRAM1B inferior a 0,1, mientras que 292 parejas del grupo *Control* cumplen esta condición. A la vista de esta información parece que puede resultar útil la aplicación de $BIGRAM1B > 0,1$ como condición añadida para, de un modo sencillo, mejorar los resultados.

Por otro lado, se debe recordar que la condición $BIGRAM1B > 0,1$ antes de aplicar **FONETIX**, es decir bajo la aproximación puramente ortográfica, ofrecía solo 2 parejas de nombres que no cumplían la condición en el grupo *Similares*, la mitad. Esto supone que en la aproximación ortográfica un 99,56% de las parejas de nombres no verían perjudicada su S, frente a un 99,12% en la aproximación fonética, lo que supone un 0,44% de deterioro del sistema, lo que parece asumible.

Si hacemos el mismo ejercicio desde el punto de vista de grupo Control se observa que en la aproximación ortográfica no cumplían la condición 328 parejas de nombres de medicamentos (72,41%) y en la aproximación fonética no la cumplen 292 parejas (64,46%), lo que supone que el sistema se deteriora en un 12,33%. Esta cifra sí parece importante a la hora de buscar mejores resultados.

Por lo tanto, se presentan dos opciones. La primera supone aplicar a los algoritmos mixtos obtenidos desde la aproximación fonética la condición de que se cumpla también, $BIGRAM1B > 0,1$ siendo calculado el algoritmo BIGRAM1B antes de aplicar **FONETIX**, es decir en la aproximación ortográfica. De esta forma se tendría:

$$(\text{Algoritmo Mixto})_{\text{FON}} \text{ Y } \text{BIGRAM1B}_{\text{ORT}} > 0,1.$$

La segunda posibilidad sería aplicar a los algoritmos mixtos obtenidos desde la aproximación fonética la condición de que se cumpla también, $BIGRAM1B > 0,1$ siendo calculado el algoritmo $BIGRAM1B$ después de aplicar FONETIX, es decir en la aproximación fonética.

(Algoritmo Mixto)_{FON} Y $BIGRAM1B_{FON} > 0,1$.

En la Tabla 55 se muestran los resultados de los dos métodos aplicados, permitiendo compararlos. Se verifica que en seis algoritmos la aproximación ortográfica mejoraba los resultados más que la aproximación fonética, es decir al pedir que se cumpliera $BIGRAM1B > 0,1$ desde un punto de vista ortográfico además de cumplir los puntos de corte de los Algoritmos Fonéticos Mixtos, en seis ocasiones los resultados eran superiores a pedir lo mismo pero con $BIGRAM1B > 0,1$ ajustado a la aproximación fonética. En los otros cuatro algoritmos no había variación en los resultados, ambos sistemas eran equivalentes. Por ello se consideró más apropiado utilizar la condición de corte de $BIGRAM1B > 0,1$ desde una aproximación ortográfica “Y” las condiciones de los Algoritmos Fonéticos Mixtos, lo que supone introducir un nuevo punto de vista, juntar la aproximación ortográfica y fonética en la búsqueda de mejores soluciones.

ALGORITMO	Ortográfica			Fonética		
	S (%)	E (%)	v de Cramer	S (%)	E (%)	v de Cramer
EDR.T2B+B1B	96,2	96,9	0,932	96,2	96,9	0,932
NED.T2B+B1B	96,9	95,1	0,921	96,9	94,7	0,916
L1.T2B.NED+B1B	95,8	95,8	0,916	95,8	95,6	0,914
T2B.2xEDR+B1B	95,6	96,9	0,925	95,6	96,9	0,925
L1.T2B.2xEDR+B1B	95,4	96,9	0,923	95,4	96,7	0,921
EDR.NED.T2B+B1B	96,5	96,2	0,927	96,5	95,8	0,923
L1.T2B.EDR.NED+B1B	94,3	97,4	0,917	94,3	97,4	0,917
L1.T2B.2xNED+B1B	94,3	97,1	0,914	94,3	96,9	0,912
L2.T2B.2xEDR+B1B	96,0	96,2	0,923	96,0	95,8	0,918
AMED.T2B+B1B	96,7	96,9	0,936	96,7	96,9	0,936

Tabla 28.- Comparativa de los resultados obtenidos al aplicar los algoritmos mixtos en la aproximación fonética Y $BIGRAM1B > 0,1$ en la aproximación ortográfica o bien $BIGRAM1B > 0,1$ en la fonética

Como se observa en la Tabla 55 destacan los resultados que ofrece el algoritmo complejo (AMED – TRIGRAM2B)_{FON} Y ($BIGRAM1B > 0,1$)_{ORT} al ofrecer los mejores resultados, con S y E cercanos al 97%, indicando los subíndices ORT y FON la aproximación ortográfica o fonética respectivamente.

V.- APROXIMACIÓN SIMULTÁNEA ORTOGRÁFICA Y FONÉTICA

De acuerdo con los resultados obtenidos tanto desde una aproximación ortográfica como fonética los algoritmos ensayados establecen diferencias estadísticamente significativas en la muestra entre los dos grupos *Control* y *Similares*, presentándose como una posible herramienta para establecer si una pareja de nombres de medicamentos puede llevar a confusión o no con un cierto grado de probabilidad. Por eso se procedió a investigar si el estudio conjunto de las dos aproximaciones podría ofrecer resultados superiores a los ya obtenidos con cada una de las aproximaciones por separado.

El primer paso que se debe dar en este sentido es verificar si los resultados obtenidos al aplicar los algoritmos antes y después de aplicar **FONETIX** son estadísticamente diferentes, ya que si no fuere así no tendría sentido el estudio conjunto de las dos aproximaciones. Para ello se empezó por analizar si los algoritmos Simples desde los dos prismas tenían o no distribución normal utilizando, una vez más el test de Shapiro Wilk. En todos los casos se verificó que la distribución no era normal por lo que se aplicó el test no paramétrico de Wilcoxon para muestras apareadas entre cada uno de los dos resultados, ortográfico y fonético, de cada algoritmo. En todos los casos igualmente los resultados bajo cada una de las aproximaciones presentaron diferencias estadísticamente significativas como se aprecia en la Tabla 56.

Algoritmo	Ortográfico		Fonético		Wilcoxon	
	Shapiro Wilk		Shapiro-Wilk		V	p
	W	p	W	p		
EDR	0,970	< 0,001	0,969	< 0,001	38 666	< 0,001
NED	0,945	< 0,001	0,952	< 0,001	34 538	< 0,001
AMED	0,971	< 0,001	0,968	< 0,001	32 122	< 0,001
BIGRAM	0,876	< 0,001	0,897	< 0,001	3 059	< 0,001
BIGRAM1B	0,895	< 0,001	0,911	< 0,001	3 572	< 0,001
TRIGRAM	0,664	< 0,001	0,685	< 0,001	1 005	< 0,001
TRIGRAM2B	0,819	< 0,001	0,830	< 0,001	1 682	< 0,001
LCSR1	0,954	< 0,001	0,966	< 0,001	4 912	< 0,001
LCSR2	0,962	< 0,001	0,975	< 0,001	5 190	< 0,001

Tabla 29.- Prueba de normalidad de Shapiro Wilk y test de Wilcoxon de muestras apareadas de los Algoritmos Simples

Una vez estudiados los algoritmos simples, se procedió a estudiar si también los algoritmos Mixtos bajo las dos aproximaciones arrojaban resultados que presentasen diferencias estadísticamente significativas. Para ello se siguió el mismo método estadístico que con los algoritmos simples obteniéndose resultados similares, es decir,

los resultados de cada uno de los algoritmos mixtos presentaban diferencias estadísticamente significativas entre las dos aproximaciones adoptadas como se muestra en la Tabla 57.

Algoritmo	Ortográfico		Fonético		Wilcoxon	
	Shapiro Wilk		Shapiro-Wilk			
	W	p	W	p	W	p
EDR.T2B	0,947	< 0,001	0,947	< 0,001	39 140	< 0,001
NED.T2B	0,914	< 0,001	0,922	< 0,001	36 595	< 0,001
L1.T2B.NED	0,929	< 0,001	0,939	< 0,001	7 418	< 0,001
T2B.2xEDR	0,960	< 0,001	0,960	< 0,001	6 128	< 0,001
L1.T2B.2xEDR	0,957	< 0,001	0,959	< 0,001	7 615	< 0,001
EDR.NED.T2B	0,941	< 0,001	0,943	< 0,001	40 006	< 0,001
L1.T2B.EDR.NED	0,943	< 0,001	0,947	< 0,001	7 741	< 0,001
L1.T2B.2xNED	0,934	< 0,001	0,943	< 0,001	7 729	< 0,001
L2.T2B.2xEDR	0,956	< 0,001	0,958	< 0,001	7 351	< 0,001
AMED.T2B	0,948	< 0,001	0,945	< 0,001	39 498	< 0,001

Tabla 30.- Prueba de normalidad de Shapiro Wilk y test de Wilcoxon para muestras apareadas de los Algoritmos Mixtos

En el caso de los algoritmos complejos no procede hacer este estudio ya que los resultados se obtienen al filtrar según puntos de corte los algoritmos simples y mixtos, por lo que no tiene sentido ya que se trabaja con variables dicotómicas.

A la vista de los resultados parece evidente que la aproximación fonética, es decir la aplicación de **FONETIX**, produce las variaciones en los valores de los algoritmos que ayudan en el proceso de clasificación entre parejas de nombres de medicamentos, pudiendo identificarse como que pueden llevar a confusión o no.

Aunque al aplicar los algoritmos desde una doble perspectiva, ortográfica y fonética, se pueden diseñar muchos métodos diferentes y posibles. Ha parecido, no obstante que se podrían utilizar todos los algoritmos mixtos calculados para estudiar qué resultados se podrían obtener intentando no perder la información acumulada en ellos. En este caso no se ha procedido a hacer el mismo estudio con los algoritmos simples ya que se ha visto que los algoritmos mixtos siempre ofrecen unos resultados superiores a los simples, por lo que se ha desechado la posibilidad de utilizar estos últimos. Se han desarrollado dos métodos, que sin ser los únicos sí parece que por su simplicidad pudieran resultar los más obvios.

El primer método consiste en considerar que para determinar que una pareja de nombres pueda producir confusión, deberá identificarse así por al menos la mitad de los algoritmos

mixtos, ortográficos y fonéticos. Es decir, de los 20 algoritmos mixtos, diez de cada aproximación, al menos deberán ser positivos en la confusión 10 de ellos. Este sistema fue denominado Doble Mixto Promedio (DMPr), y llevó a los siguientes resultados:

Algoritmo	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
DMPr	17	15	96,69	96,25	782,54	1	<0,001	0,929

Se observa que los resultados son bastante aceptables con valores de S y E superior al 96% y que llegan a mejorar cualquiera de los resultados ortográficos y la gran mayoría de los fonéticos.

El segundo método que se planteó se fundamenta en entender que si una pareja de nombres de medicamentos cumple que los diez algoritmos mixtos, bajo cualquiera de las dos aproximaciones, la identifica como que puede producir confusión, se considera en el grupo de las que deben producir confusión. De esta forma con que una pareja resulte confundible desde la aproximación ortográfica, fonética o ambas, será bastante para que se considere que se pueden confundir los nombres de medicamentos de la pareja entre sí. A este sistema se le denominara Doble Mixto Parcial (DMPa). Aplicando este sistema se obtienen los siguientes resultados:

Algoritmo	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
DMPa	14	17	96,25	96,91	786,28	1	<0,001	0,932

Como se observa los resultados mejoran la mayoría de los obtenidos con los sistemas algorítmicos ensayados hasta ahora. De hecho, solo es superado este resultado por los algoritmos que utilizan AMED – TRIGRAM2B bajo la aproximación fonética.

Con el objetivo de una posible mejora de resultados se utilizan los algoritmos complejos. Esto es utilizar los algoritmos mixtos de las dos aproximaciones, ortográfica y fonética, como antes y pedirles además que BIGRAM1B_{ORT} >0,1. A estos algoritmos se les aplicarán los dos métodos que se definieron antes conformando dos nuevos sistemas algorítmicos que se denominarán Doble Complejos Promedio (DCPr) y Parcial (DCPa), con los que se obtuvieron los siguientes resultados:

Algoritmo	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
DCPr	15	15	96,69	96,69	789,97	1	<0,001	0,934
DCPa	13	17	96,25	97,13	790,04	1	<0,001	0,934

Como se puede observar, con esta nueva aproximación se mejoran los resultados del método anterior sin llegar tampoco a superar el método AMED –TRIGRAM2B en sus diferentes aproximaciones fonéticas, mixta y compleja.

VI.- APLICACIÓN DE ESTADÍSTICA MULTIVARIANTE AL PROBLEMA ALGORÍTMICO

Dentro de las aproximaciones que se pueden llevar a cabo a través de la estadística multivariante se consideró que se trabajaría en tres direcciones: el análisis de los datos a través de una clasificación de los casos mediante Análisis Discriminante; estudiar si una disminución del número de variables puede ayudar a simplificar el modelo sin perjudicar los resultados mediante un Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis Factorial Exploratorio (AFE); establecer un ajuste de modelos que mejoren los resultados, para ello se utiliza la Regresión Logística.

1.- CLASIFICACIÓN DE LOS CASOS. ANÁLISIS DISCRIMINANTE.

Mediante el análisis discriminante se quiere llegar a establecer si realmente la aplicación de algoritmos a los nombres de los medicamentos puede diferenciar los dos grupos de la muestra de forma adecuada, es decir con valores de S y E suficientemente altos, con el exclusivo análisis de los algoritmos aplicados a cada uno de ellos.

Al aplicar la técnica de análisis discriminante lo primero que llama la atención es que no se pueden considerar iguales las matrices de covarianzas por lo que se deben entender diferentes estudiando los grupos por separado. Además, se realizará una aproximación por pasos, así como escoger un método que ofrezca buenos resultados.

El método escogido fue el método de Mahalanobis con resultados idénticos a cualquier otro como la Lambda de Wilks. Los resultados obtenidos utilizando los Algoritmos Simples Ortográficos y Fonéticos se presentan en la Tabla 58.

Resultados de clasificación

		Clase	Pertenenencia a grupos pronosticada		Total
			Diferentes	Similares	
Original	Recuento	Control	433	20	453
		Similares	17	436	453
	%	Control	95,6	4,4	100,0
		Similares	3,8	96,2	100,0

a. 95,9% de casos agrupados originales clasificados correctamente.

Tabla 31.- Resumen de los resultados del Análisis Discriminante sobre la Muestra tras la aplicación de los Algoritmos Simples

A la vista de estos resultados se observa que los Algoritmos Simples tienen suficiente información como para que se puedan diferenciar los dos grupos de forma bastante aceptable ya que se consigue superar el 95% de S (Similares → Similares) y E (Control → Diferentes). Sin embargo, no se superan los resultados obtenidos por otros sistemas utilizados a lo largo del trabajo. Con este método se alcanza una v de Cramer de 0,918.

El análisis se realizó por pasos y no se utilizaron todos los algoritmos si no que se fueron incluyendo uno a uno hasta que se comenzaron a permutar unos y otros para alcanzar el resultado más ajustado según la técnica estadística. En el anexo C se presenta la Tabla que muestra los pasos dados y los algoritmos que se utilizaron.

Si se aplica el método de Mahalanobis a los Algoritmos Mixtos en vez de a los Simples los resultados que se obtiene son:

Resultados de clasificación

		Clase	Pertenencia a grupos pronosticada		Total
			Diferentes'	Similares	
Original	Recuento	<i>Control</i>	435	18	453
		<i>Similares</i>	16	437	453
	%	<i>Control</i>	96,0	4,0	100,0
		<i>Similares</i>	3,5	96,5	100,0

a. 96,2% de casos agrupados originales clasificados correctamente.

Tabla 32.- Resumen de los resultados del Análisis Discriminante sobre la Muestra tras la aplicación de los Algoritmos Mixtos

Como se puede ver los resultados en este caso mejoran, superándose en ambos casos el 96% en S y E, lo que verifica que los Algoritmos Mixtos incorporan también ahora una mejora en los resultados, con una v de Cramer de 0,925. Por otro lado también, como era de esperar se verifica de las matrices de covarianzas de los dos grupos son diferentes como demuestra el rechazo de la hipótesis nula en la prueba M de Box. En el anexo C se presenta los tres pasos dados en el análisis con los algoritmos utilizados en los mismos.

2.- REDUCCIÓN DE VARIABLES

Hay que considerar que en nuestro caso las variables se corresponden con los algoritmos aplicados y los sujetos o casos serían las diferentes parejas de nombres de medicamentos de la muestra.

Así se tiene 906 sujetos, 18 variables que se corresponden con los algoritmos simples ortográficos y fonéticos, otras 20 correspondientes a los algoritmos mixtos y 20 a los algoritmos complejos. En total se podría hablar de 58 variables, aunque estas quedan incluidas en tres grupos diferentes.

Por ello se intenta realizar una aproximación de estadística multivariante en la dirección de una posible reducción del número de variables. Para ello se han probado dos métodos de reducción de variables, ACP y AFE. Se aplicarán ambos métodos a los 18 algoritmos simples y se analizarán sus resultados. Estos análisis también se probaron con los Algoritmos Mixtos pero las características de éstos hicieron imposible la aplicación de estas técnicas.

Del análisis de la matriz de correlaciones, que se presentan en el anexo C, es fácil comprobar que todos los algoritmos resultan altamente correlacionados, lo cual indica que el número de componentes o factores será pequeño.

De hecho, de la aplicación de los dos métodos los resultados indican el establecimiento de dos componentes, en el ACP y de dos factores, en el AFE. Los dos métodos han producido resultados parecidos, al menos desde el punto de vista cualitativo se pueden considerar casi idénticos.

El test de Kaiser-Meyer-Olkin en ambos casos da un resultado de 0,784, lo que indica que, en efecto, las correlaciones eran lo suficientemente altas como para justificar este tipo de análisis.

También en los dos casos el test de Barlett rechaza la hipótesis nula ($p < 0,001$) lo que indica que las variables no presentan esfericidad. En el AFE las comunalidades son muy parecidas a 1, como se observa en la Tabla 60, lo que explica la alta aproximación de los dos métodos.

Los resultados obtenidos en ambas pruebas indican que las varianzas explicadas por el primer componente en ACP llegan al 86,85%, mientras que con los dos componentes acumula hasta el 93,81%. Es decir, la aportación del segundo factor es pequeña en comparación con el primero.

Esto mismo ocurre en el AFE en el que el primer factor explica el 86,47% de la varianza, y acumulando los dos factores extraídos solamente el 92,97%. Por ello se podría considerar suficientemente explicativos el primer componente y el primer factor.

Comunalidades

	Inicial	Extracción
Ort EDR	,998	,956
Ort NED	,997	,944
Ort BIGRAM	,998	,938
Ort BIGRAM1B	,999	,940
Ort TRIGRAM	,993	,891
Ort TRIGRAM2B	,996	,877
Ort LCSR1	,999	,953
Ort LCSR2	,999	,944
Ort AMED	,995	,952
Fon EDR	,998	,965
Fon NED	,997	,939
Fon BIGRAM	,998	,906
Fon BIGRAM1B	,999	,933
Fon TRIGRAM	,993	,888
Fon TRIGRAM2B	,996	,895
Fon LCSR1	,999	,940
Fon LCSR2	,999	,921
Fon AMED	,992	,954
Método de extracción: factorización de eje principal.		

Tabla 60.- Comunalidades obtenidas en AFE para cada variable

Si se aplica el método que viene siendo costumbre, es decir calcular once sub-rangos de cada rango del componente o factor para poder estudiar la distribución de las parejas de nombres de medicamentos de cada grupo de la muestra se obtienen resultados similares, como se muestra en la Tabla 61 y la Figura 111. De hecho, la diferencia se produce exclusivamente en el establecimiento de los sub-rangos, no de las parejas que pertenecen a cada uno de ellos.

	Control	Similares
(-1,6;-1,15]	99	0
(-1,15;-0,693]	221	3
(-0,693;-0,24]	107	14
(-0,24;0,214]	20	58
(0,214;0,667]	5	116
(0,667;1,12]	1	119
(1,12;1,57]	0	83
(1,57;2,03]	0	38
(2,03;2,48]	0	18
(2,48;2,93]	0	3
(2,93;3,39]	0	1

Tabla 61.- Sub-rangos del primer factor calculado por AFE

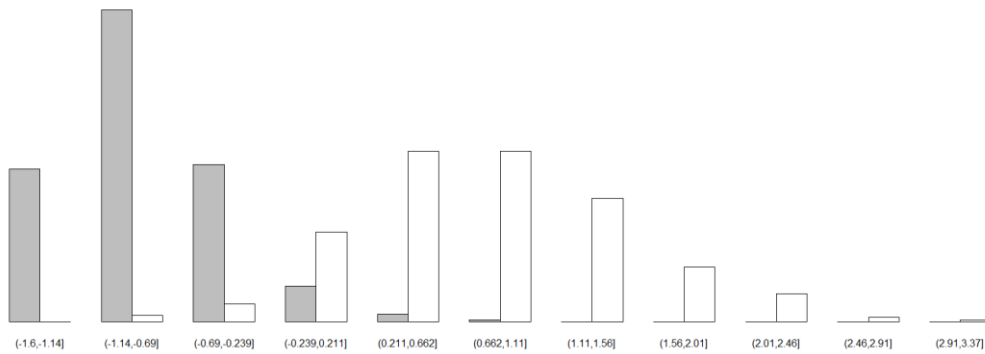


Figura 14.- Distribución por sub-rangos del primer factor calculado por AFE

Estudiando estos datos se llega a que el punto de corte buscado estará en el intervalo (-0,24; 0,214) y aumentando el número de sub-rangos a 41 se puede determinar el punto -0,141, como se ve en la Figura 112.

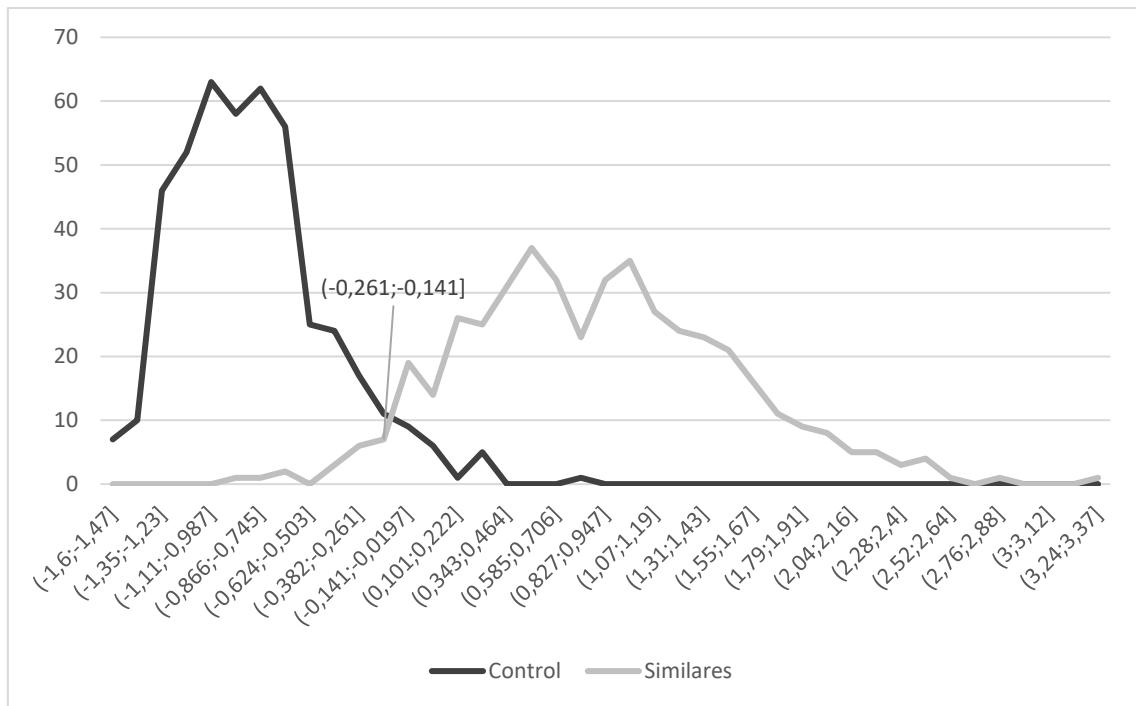


Figura 15.- Análisis fino del primer facto del AFE

En este punto se tienen los siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,141	22	20	95,58	95,14	745,80	1	<0,001	0,907

Como se puede observar los resultados son mejores que cualquiera de los obtenidos con los algoritmos simples, pero está lejos de los que se consiguen con la combinación de éstos mediante la formación de los algoritmos mixtos o complejos.

A través del ACP se llega a mejorar ligeramente el resultado obteniendo el punto de corte en -0,140 con, los siguientes resultados:

Corte	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
-0,140	21	20	95,58	95,36	749,43	1	<0,001	0,909

Sin embargo, la mejora no es suficiente como para considerar que este método pueda mejorar los ya ensayados.

Los resultados in extenso de la aplicación del análisis multivariante con reducción de variables se incluyen en el anexo C.

3.- AJUSTE DE MODELOS. REGRESIÓN LOGÍSTICA

A la hora de intentar buscar un modelo que pudiera ajustarse bien al problema que se está analizando se escogió la Regresión Logística, que consiste en síntesis en enfrentar una serie de variables que deben decir si unos casos pertenecen o no a un grupo definido. Los grupos de variables son los algoritmos que, filtrados o no, deben indicar si los casos, ahora las parejas de nombres de medicamentos, pertenecen al grupo que puede llevar a confusión o no.

Dentro de las diferentes regresiones que se pueden desarrollar se comenzó por la primera y más obvia, establecer una regresión logística con los 18 algoritmos simples, nueve ortográficos y nueve fonéticos, para estudiar si estos, en bruto, podrían ajustar bien a los casos.

Al desarrollar la regresión se puede ver que las pruebas ómnibus de coeficientes del modelo, rechazan en todos los casos la hipótesis nula, luego existen diferencias estadísticamente significativas con el modelo saturado. También la R^2 de Cox y Snell y la de Nagelkerke están cercanas a la unidad, explicando un porcentaje del modelo aceptable. Por último, el ajuste de Hosmer y Lemeshow acepta la hipótesis nula.

Sin embargo, si se estudian los valores de significación p de los coeficientes, los intervalos de confianza del Odds Ratio y las magnitudes en valor absoluto de los errores estándar para cada coeficiente, se observa que en muchos coeficientes el modelo no ajusta adecuadamente, aunque ofrece unos resultados aceptables como valor predictivo como se ve en la Tabla 62.

Modelo	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
Reg Log. Alg. Simples	17	13	97,13	96,25	790,04	1	<0,001	0,934

Tabla 33- Resultados del Modelo de Regresión Logística aplicada a Algoritmos Simples

Es evidente que el modelo no parece ajustar adecuadamente y podría ocurrir que los resultados obtenidos fueran sólo válidos para la muestra. De ser así la capacidad predictiva de este modelo sería nula.

Una segunda regresión logística aplicada fue la Regresión Logística a los 20 algoritmos mixtos.

Los resultados son cualitativamente muy similares a los obtenidos en el modelo anterior. Los mismos test indican un funcionamiento correcto y los mismos parámetros arrojan dudas sobre el ajuste del modelo. Si se debe destacar que en este caso el modelo final solo utiliza doce algoritmos mixtos, seis ortográficos y seis fonéticos. Es interesante destacar que en las dos aproximaciones se desestima los mismos cuatro algoritmos, L1.T2B.2xEDR, L1.T2B.2xNED, EDR.NED.T2B y L1.T2B.EDR.NED.

Los resultados de este modelo son igualmente muy satisfactorios como se observa en la Tabla 63, pero como en el anterior caso habrá que analizar si se pueden extrapolar a la población o son sólo válidos para la muestra analizada.

Modelo	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
Reg Log. Alg. Mixtos	15	16	96,47	96,69	786,25	1	<0,001	0,932

Tabla 34- Resultados del Modelo de Regresión Logística aplicado a los Algoritmos Mixtos.

Como se observa con respecto al caso anterior, ahora mejora la E frente a una peor S con una disminución de la v de Cramer.

Otra forma de afrontar el problema fue utilizar los algoritmos Mixtos y Complejos después de haber sido filtrados, es decir, después de haber establecido los puntos de corte. Se comenzó aplicando el modelo de regresión logística a los Algoritmos Mixtos filtrados.

Nuevamente se observa que cualitativamente los resultados son casi idénticos a los anteriores, con los mismos puntos fuertes y las mismas debilidades del modelo. Se puede destacar que en este caso el modelo utiliza los 20 algoritmos mixtos, no despreciando la información de ninguno de ellos. Faltaría ver si son extrapolables o no a la población.

Modelo	FP	FN	S (%)	E (%)	χ^2	gl	p	v de Cramer
Reg Log. Alg. Mixtos FI	14	11	97,57	96,91	808,79	1	<0,001	0,945

Tabla 35- Resultados del Modelo de Regresión Logística aplicada a los Algoritmos Mixtos filtrados.

Por último, se realizó la misma prueba pero con los algoritmos complejos, que siempre se forman después de ser filtrados por puntos de corte. Una vez más los resultados desde un punto de vista cualitativo arrojan muchas dudas sobre el ajuste del modelo a la hora de intentar usarlo fuera de la muestra. En lo que se refiere a los resultados sobre la muestra resultan iguales a los obtenidos con los algoritmos mixtos filtrados.

En el anexo C se muestran los resultados de los modelos de regresión logística aplicados.

VII.- RESULTADOS DEL ESTUDIO *IN VIVO*

Como se expuso en el apartado Materiales y Métodos, se realizó un estudio en el que participaron estudiantes del quinto curso de Grado de Farmacia de la Facultad de Farmacia y Ciencias de la Alimentación de la Universitat de Barcelona.

En el ensayo se presentaron los dos nombres de cada pareja de medicamentos según dos tipos de ensayo A o B. En cada uno de ellos se presentaba uno de los dos nombres de medicamentos debiendo luego escoger entre las dos que formaban la pareja de la muestra. De esta forma si en el grupo A se mostraba uno de los dos nombres de la pareja, en el grupo B se mostraba el otro. El número de pares de nombres de medicamentos que se les presentó fue 101, de los cuales 15 formaban el CP, 16 formaban el CN y el resto (70) formaban el grupo Problema.

En total realizaron la prueba 73 alumnos, de los cuales 35 realizaron el ensayo A y 38 el B. Como ya se indicó en el apartado Materiales y Métodos las variables estudiadas fueron la edad, sexo, primera lengua, experiencia laboral en farmacia hospitalaria o comunitaria, y cuál era su mano dominante.

Se consideraba acierto cuando los estudiantes marcaban el nombre del medicamento que se les había mostrado correctamente. Los errores se consideraban cuando el nombre marcado era el equivocado, es decir, el que no se había mostrado al estudiante. Si el estudiante marcaba los dos nombres o ninguno de ellos la respuesta no se validaba y por lo tanto no se consideraba ni entre los aciertos ni entre los errores.

Al comparar los resultados obtenidos atendiendo a qué grupo de la muestra, *Control* o *Similares*, pertenecían las parejas se obtuvo que existían diferencias estadísticamente significativas tanto en los aciertos como en los errores. Para ello se utilizó el test no paramétrico U de Mann Whitney, como se presenta en la Tabla 65.

Grupo	Aciertos			Errores		
	Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
Similares	64,4	65	0,004	6,1	4,5	<0,001
Muestra	66,8	67		3,6	3	

Tabla 36.- Estudio de los resultados por grupo de la muestra

Si se utiliza Kruskal Wallis para comparar los grupos CP, CN y Problema se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 67.

Grupo	Aciertos			Errores		
	Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
CN	67,1	67	0,020	3,2	2	0,001
CP	62,3	64		8,4	7	
Problema	65,9	67		4,5	4	

Tabla 37.- Resultados del estudio según la pareja pertenezca al CP, CN o grupo problema

Mostrándose también en este caso diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos. Pero si se intenta aplicar una ANOVA con Contraste de Tukey se identifican dos grupos, el CP, por un lado, y CN junto al grupo Problema, por otro, como se puede ver en la Tabla 67.

Comparación	Aciertos	Errores
	p	p
CP- CN	0,006	<0,001
Problema-CN	0,57	0,42
Problema-CP	0,011	0,001

Tabla 38.- Test de Contraste de Tukey

Sin embargo, no se demostraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de test A y B. Es decir, los resultados en aciertos y errores no variaron al cambiar el nombre de medicamento que se presentaba dentro de cada pareja como se observa en la Tabla 68.

Tipo	n	Aciertos			Errores		
		Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
A	35	90,5	93	0,82	7,0	5	0,62
B	38	91,0	92,5		6,4	6,5	

Tabla 39.- Test no paramétrico U de Mann Whitney

En lo que hace referencia a las variables estudiadas de los participantes ninguna de ellas demostró diferencias estadísticamente significativas. Así, en las Tablas 69 y 70 se presentan los resultados obtenidos para la variable experiencia laboral.

Trabajo	Respuesta	n	Aciertos			Errores		
			Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
	SI	43	91,0	94	0,22	6,4	5	0,09
	NO	30	90,4	91		7,2	7	

Tabla 40.- Test no paramétrico U de Mann Whitney

Tipo de Trabajo		Aciertos			Errores		
Respuesta	n	Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
O. Farmacia	41	90,8	94	0,57	6,6	5	0,68
SFH	1	100,0	100		1,0	1	
Sin Experiencia	30	90,4	91		7,2	7	

Tabla 70.- Test paramétrico ANOVA

En lo referente al sexo de los participantes los resultados fueron similares, al igual que los obtenidos para las variables mano dominante, primera lengua o edad de como se observa en las Tablas 71, 72, 73 y 74 respectivamente.

Sexo		Aciertos			Errores		
Respuesta	n	Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
Femenino	64	90,4	92	0,40	6,9	5	0,79
Masculino	9	93,0	95		5,9	5	

Tabla 71.- Test no paramétrico U de Mann Whitney

Mano		Aciertos			Errores		
Respuesta	n	Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
Diestro	68	90,8	93	0,75	6,7	5	0,84
Zurdo	5	90,0	89		7,0	7	

Tabla 41.- Test t de Welch

Primera lengua		Aciertos			Errores		
Respuesta	n	Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
Catalán	46	90,7	92,5	0,98	6,9	6	0,97
Castellano	23	91,0	95		6,4	5	
Ambas	4	90,3	88,5		6,8	7	

Tabla 42.- Prueba ANOVA

Edad		Aciertos			Errores		
Respuesta	n	Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
21	1	84,0	84	0,40	13,0	13	0,37
22	41	91,8	93		6,1	5	
23	15	87,5	93		10,0	6	
24	10	93,5	94,5		3,8	4	
25	2	87,5	87,5		5,0	5	
26	2	91,5	91,5		4,0	4	
28	1	82,0	82		14,0	14	
29	1	89,0	89		9,0	9	

Tabla 43.- Prueba no paramétrica Kruskal Wallis

Ahora se pasará a estudiar algunos de los sistemas algorítmicos utilizados durante el estudio que se está desarrollando para indagar sobre la validez de los mismos a la vista de los resultados de ensayo desarrollado.

Si hacemos una nueva agrupación llamando positivos a aquellos que han resultado positivos en 10 o más algoritmos y negativos los que han resultado positivos en menos de 10 algoritmos, lo que se ha denominado Doble Mixto Promedio, también tendremos, como se verifica en la Tabla 75, diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Grupo	Aciertos			Errores		
	Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
Positivos	64,3	65	0,003	6,1	4	0,002
Negativos	67,1	67		3,5	3	

Tabla 44.- Test no paramétrico U de Mann Whitney

Resultados similares se obtienen si se agrupan en Positivos aquellos casos en los que los diez algoritmos ortográficos y/o fonéticos hayan resultado positivos, y negativos aquellos casos en los que alguno de los 10 algoritmos ortográficos y/o fonéticos ha resultado negativo, sistema que se denominó Doble Mixto Parcial. Los resultados se muestran a continuación en la Tabla 76.

Grupo	Aciertos			Errores		
	Media	Mediana	p	Media	Mediana	p
Positivos	64,4	65	0,008	5,9	4	0,006
Negativos	66,7	67		3,9	3	

Tabla 45.- Test no paramétrico U de Mann Whitney

Si se aplica el mismo sistema de comparación a las regresiones logísticas calculadas o al resultado de los algoritmos complejos los resultados son similares, en todos los casos. En la Tabla 77 se verifica que se producen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos tanto en aciertos como en errores.

Prueba	Grupo	Aciertos		Errores	
		Mediana	p	Mediana	p
DCPa	Positivos	65	0,016	4	0,017
	Negativos	67		3	
DCPr	Positivos	65	0,019	4	0,014
	Negativos	67		3	
Reg. Log. Simples	Positivos	65	0,012	4	<0,001
	Negativos	67		3	
Reg. Log. Mixtos	Positivos	65	0,028	4	0,014
	Negativos	67		3	
Reg. Log. Mixtos Filtro	Positivos	65	0,012	4	0,004
	Negativos	67		3	
Reg. Log. Complejos	Positivos	65	0,012	4	0,004
	Negativos	67		3	

Tabla 46.- Prueba no paramétrica U de Mann Whitney

Como resumen parece que los resultados del ensayo corroboran las diferencias entre los grupos *Similares* y *Control*, la validez de los modelos algorítmicos aplicados para diferenciar los grupos, sin que apareciesen relaciones entre las características particulares de los participantes debiendo hacerse más adelante análisis más profundos de estos resultados.

