

Figura 16 Cálculo por iteración inversa.

A título ilustrativo adjuntamos fragmentos de los ficheros de resultados para cada tipo de cálculo.

La Tabla 39, en su segunda celda, muestra la parte inicial del fichero de salida. En cada fila los primeros números corresponden a las prácticas con las que se ha hecho el cálculo, y los dos últimos al valor de los coeficientes de correlación de Kendall W_c y W . Como puede apreciarse si se calcula compensando los empates el coeficiente es un poco mayor, pero no suele ser muy significativo. La última celda nos muestra el final del fichero de resultados. Las dos últimas líneas nos informan del total de combinaciones calculadas y de cual ha sido la combinación que ha obtenido mayor W_c y su correspondiente valor.

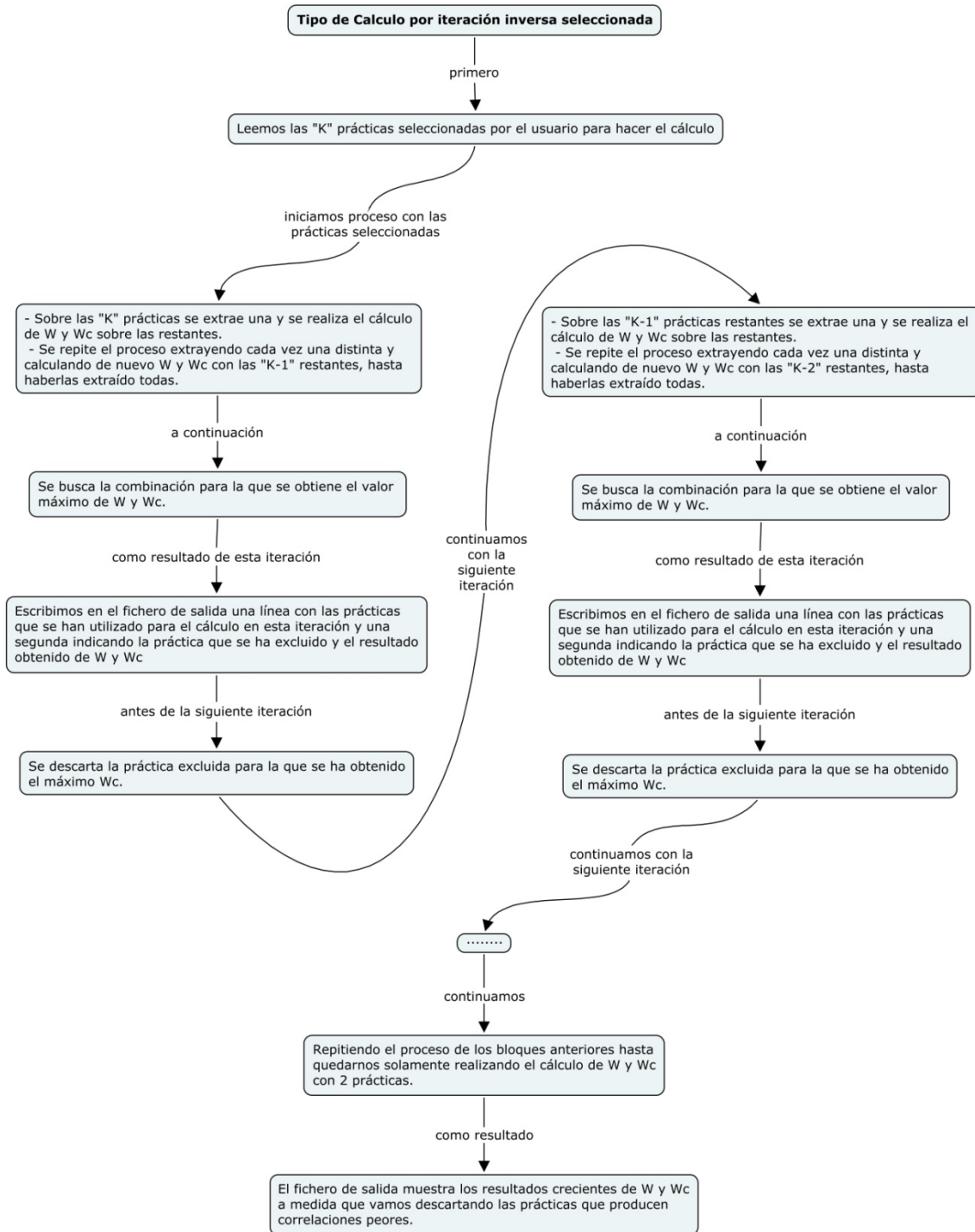


Figura 17 Cálculo por iteración inversa seleccionada.

La tabla 2 corresponde al inicio y final de la salida de datos del cálculo por iteración inversa. Como ya se ha dicho, el proceso termina cuando llegamos a ternas y nos quedamos solamente con 2 prácticas para realizar los cálculos de correlación.

Finalmente la Tabla 41 muestra la salida del cálculo por iteración inversa seleccionada. Concretamente corresponde al principio y final de fichero de resultados para el caso de excluir las prácticas 1, 2, 8 y 18 del grupo de alumnos que pertenecen a la titulación de sistemas de telecomunicaciones (ST) del curso 2009/2010.

Agrupaciones de 10 prácticas sobre 19. Grupo ST - 2008		
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	0,472104943519981	0,471132121212121
1 2 3 4 5 6 7 8 9 11	0,412406508013599	0,411706666666667
1 2 3 4 5 6 7 8 9 12	0,427206703910615	0,426378181818182
1 2 3 4 5 6 7 8 9 13	0,437713037144938	0,437076363636364
1 2 3 4 5 6 7 8 9 14	0,443449113432111	0,442589090909091
1 2 3 4 5 6 7 8 9 15	0,393623223612292	0,392812121212121
1 2 3 4 5 6 7 8 9 16	0,428766257444998	0,427570909090909
1 2 3 4 5 6 7 8 9 17	0,450420004855547	0,449764848484848
1 2 3 4 5 6 7 8 9 18	0,421105845181675	0,420033939393939
1 2 3 4 5 6 7 8 9 19	0,410613236187007	0,409866666666667
1 2 3 4 5 6 7 8 10 11	0,437043245869777	0,436089696969697
1 2 3 4 5 6 7 8 10 12	0,453176184690158	0,452077575757576
1 2 3 4 5 6 7 8 10 13	0,462045178528054	0,461149090909091
1 2 3 4 5 6 7 8 10 14	0,466007049957457	0,464707878787879
1 2 3 4 5 6 7 8 10 15	0,417992465670191	0,416928484848485
1 2 3 4 5 6 7 8 10 16	0,453425790754258	0,451776969696967
1 2 3 4 5 6 7 8 10 17	0,472513966480447	0,471597575757576
1 2 3 4 5 6 7 8 10 18	0,444255319148936	0,442909090909091
1 2 3 4 5 6 7 8 10 19	0,436313935123314	0,435309090909091
1 2 3 4 5 6 7 8 11 12	0,387543731778426	0,386698181818182
1 2 3 4 5 6 7 8 11 13	0,400437105390967	0,399757575757576
1 2 3 4 5 6 7 8 11 14	0,410472488764727	0,409626666666667
1 2 3 4 5 6 7 8 11 15	0,35458211856171	0,353808484848485
1 2 3 4 5 6 7 8 11 16	0,381633843909555	0,380523636363636
1 2 3 4 5 6 7 8 11 17	0,4142260531747	0,413573333333333
1 2 3 4 5 6 7 8 11 18	0,381920505652121	0,380855757575758
1 2 3 4 5 6 7 8 11 19	0,364291960165169	0,363585454545455
1 2 3 4 5 6 7 8 12 13	0,414678809957499	0,413924848484849
1 2 3 4 5 6 7 8 12 14	0,423467379419269	0,422492121212121
1 2 3 4 5 6 7 8 12 15	0,365574726609964	0,364688484848485
1 2 3 4 5 6 7 8 12 16	0,396197542877995	0,394804848484848
1 2 3 4 5 6 7 8 12 17	0,428211293260474	0,427432727272727
1 2 3 4 5 6 7 8 12 18	0,3961726443769	0,394972121212121
.....		
8 9 10 12 13 15 16 17 18 19	0,417832847424684	0,416921212121212
8 9 10 12 14 15 16 17 18 19	0,420063229571984	0,418739393939394
8 9 10 13 14 15 16 17 18 19	0,408560661317773	0,407372121212121
8 9 11 12 13 14 15 16 17 18	0,380595599854139	0,379534545454545
8 9 11 12 13 14 15 16 17 19	0,385759378414471	0,385151515151515
8 9 11 12 13 14 15 16 18 19	0,354305859469973	0,353275151515152
8 9 11 12 13 14 15 17 18 19	0,360621661000486	0,360009696969697
8 9 11 12 13 14 16 17 18 19	0,407040097205346	0,406053333333333
8 9 11 12 13 15 16 17 18 19	0,363332928458642	0,362584242424242
8 9 11 12 14 15 16 17 18 19	0,371637910085055	0,370736969696967
8 9 11 13 14 15 16 17 18 19	0,368715830397279	0,367866666666667
8 9 12 13 14 15 16 17 18 19	0,390957472660996	0,390009696969697
8 10 11 12 13 14 15 16 17 18	0,396583525976396	0,395093333333333
8 10 11 12 13 14 15 16 17 19	0,403640782598129	0,402613333333333
8 10 11 12 13 14 15 16 18 19	0,373453394986615	0,372004848484848
8 10 11 12 13 14 15 17 18 19	0,377234843882882	0,376366060606061
8 10 11 12 13 14 16 17 18 19	0,424144976891267	0,422705454545455
8 10 11 12 13 15 16 17 18 19	0,382314049586777	0,381294545454545
8 10 11 12 14 15 16 17 18 19	0,389941620043785	0,388618181818182
8 10 11 13 14 15 16 17 18 19	0,384387693056062	0,383129696969697
8 10 12 13 14 15 16 17 18 19	0,40712478715641	0,40574303030303
8 11 12 13 14 15 16 17 18 19	0,35673231218089	0,355694545454545
9 10 11 12 13 14 15 16 17 18	0,401920038886864	0,400896969696967
9 10 11 12 13 14 15 16 17 19	0,406219956300073	0,405629090909091
9 10 11 12 13 14 15 16 18 19	0,376689353427321	0,375684848484849
9 10 11 12 13 14 15 17 18 19	0,38650236736676	0,385893333333333
9 10 11 12 13 14 16 17 18 19	0,427519436345967	0,426586666666667
9 10 11 12 13 15 16 17 18 19	0,385109896782028	0,384409696969697
9 10 11 12 14 15 16 17 18 19	0,392939747327502	0,392082424242424
9 10 11 13 14 15 16 17 18 19	0,385409935624924	0,384615757575758
9 10 12 13 14 15 16 17 18 19	0,408206997084548	0,407316363636364
9 11 12 13 14 15 16 17 18 19	0,356695419754586	0,355873939393939
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19	0,377768595041322	0,376761212121212
Total combinacions = 92378		
Combinació per Màxim Wc=> 1 2 4 7 8 9 10 14 16 17 amb Wc = 0,521730348016549		

Tabla 39. Ejemplo datos de salida para cálculo por agrupaciones.

Iteración inversa. Grupo ST, 2008
Pràctiques pel càlcul: 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 1 $w_c = 0,403064139399326$ $W = 0,402473477812178$
Pràctiques pel càlcul: 1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 2 $w_c = 0,405003307972213$ $W = 0,404317853457172$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 3 $w_c = 0,414819132663607$ $W = 0,414202683178535$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 4 $w_c = 0,408839641949021$ $W = 0,408189886480908$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 5 $w_c = 0,406546206326235$ $W = 0,405874922600619$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 6 $w_c = 0,41132908775122$ $W = 0,410598968008256$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 7 $w_c = 0,411363843069164$ $W = 0,410752528379773$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 8 $w_c = 0,398756562357902$ $W = 0,398196904024768$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 9 $w_c = 0,398349219476894$ $W = 0,39765036119711$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 10 $w_c = 0,385231933190012$ $W = 0,3846435500516$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 11 $w_c = 0,419728757494315$ $W = 0,419035706914345$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 12 $w_c = 0,410369206598586$ $W = 0,409725490196078$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,14,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 13 $w_c = 0,406542342044327$ $W = 0,405854282765738$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,15,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 14 $w_c = 0,401698222405953$ $W = 0,401117853457172$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 15 $w_c = 0,429200810352669$ $W = 0,428527554179567$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,17,18,19, Sobre 19. P. exclosa 16 $w_c = 0,40966480677826$ $W = 0,409157481940144$
.....
Pràctiques pel càlcul: 2,9,10,17, Sobre 5. P. exclosa 1 $w_c = 0,586172344689379$ $W = 0,585$
Pràctiques pel càlcul: 1,9,10,17, Sobre 5. P. exclosa 2 $w_c = 0,59136$ $W = 0,59136$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,10,17, Sobre 5. P. exclosa 9 $w_c = 0,6216$ $W = 0,6216$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,9,17, Sobre 5. P. exclosa 10 $w_c = 0,588336673346693$ $W = 0,58716$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,9,10, Sobre 5. P. exclosa 17 $w_c = 0,642364729458918$ $W = 0,64108$ Màxim W_c per pràctica exclosa 17 amb valor $w_c = 0,642364729458918$
Pràctiques pel càlcul: 2,9,10, Sobre 4. P. exclosa 1 $w_c = 0,635879396984925$ $W = 0,6327$
Pràctiques pel càlcul: 1,9,10, Sobre 4. P. exclosa 2 $w_c = 0,6412$ $W = 0,6412$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,10, Sobre 4. P. exclosa 9 $w_c = 0,6588$ $W = 0,6588$
Pràctiques pel càlcul: 1,2,9, Sobre 4. P. exclosa 10 $w_c = 0,597085427135678$ $W = 0,5941$ Màxim W_c per pràctica exclosa 9 amb valor $w_c = 0,6588$
Pràctiques pel càlcul: 2,10, Sobre 3. P. exclosa 1 $w_c = 0,7056$ $W = 0,7056$
Pràctiques pel càlcul: 1,10, Sobre 3. P. exclosa 2 $w_c = 0,7056$ $W = 0,7056$
Pràctiques pel càlcul: 1,2, Sobre 3. P. exclosa 10 $w_c = 0,5184$ $W = 0,5184$ Màxim W_c per pràctica exclosa 1 amb valor $w_c = 0,7056$

Tabla 40. Ejemplo datos de salida para cálculo por iteración inversa.

<p>Iteración inversa seleccionada. Excluidas prácticas: 1-2-8-18. Grupo ST – 2009.</p> <p>Pràctiques pel càlcul: 4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 3 $w_c = 0,402917662971282$ $W = 0,401720996315591$ Pràctiques pel càlcul: 3,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 4 $w_c = 0,393103259416288$ $W = 0,391772289069586$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 5 $w_c = 0,369776234766702$ $W = 0,368656033520898$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 6 $w_c = 0,395525561318172$ $W = 0,394233378017162$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,9,10,11,12,13,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 7 $w_c = 0,355508488226009$ $W = 0,354347040833527$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,10,11,12,13,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 9 $w_c = 0,37695904058565$ $W = 0,375637948610922$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,9,11,12,13,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 10 $w_c = 0,378032063889386$ $W = 0,376774576774577$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,9,10,12,13,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 11 $w_c = 0,38001320748639$ $W = 0,378771703096027$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,9,10,11,13,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 12 $w_c = 0,381015436200577$ $W = 0,380178039637499$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,9,10,11,12,14,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 13 $w_c = 0,380538800603178$ $W = 0,379205162988947$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,15,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 14 $w_c = 0,382775019479809$ $W = 0,381706387111793$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,16,17,19, Sobre 15. P. exclosa 15 $w_c = 0,400912446093349$ $W = 0,399531221152843$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,17,19, Sobre 15. P. exclosa 16 $w_c = 0,385458035797685$ $W = 0,384244535595887$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,19, Sobre 15. P. exclosa 17 $w_c = 0,372726203765002$ $W = 0,371486366080961$ Pràctiques pel càlcul: 3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17, Sobre 15. P. exclosa 19 $w_c = 0,360473617087058$ $W = 0,359381597219435$ Màxim W_c per pràctica exclosa 3 amb valor $w_c = 0,402917662971282$ Pràctiques pel càlcul: 5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,19, Sobre 14. P. exclosa 4 $w_c = 0,417094564390049$ $W = 0,415669976480787$</p> <p>.....</p> <p>Pràctiques pel càlcul: 5,7,9,17,19, Sobre 6. P. exclosa 12 $w_c = 0,548887663173377$ $W = 0,54517896274653$ Pràctiques pel càlcul: 5,7,9,12,19, Sobre 6. P. exclosa 17 $w_c = 0,518689688320331$ $W = 0,512381300219138$ Pràctiques pel càlcul: 5,7,9,12,17, Sobre 6. P. exclosa 19 $w_c = 0,537176026916109$ $W = 0,530642804967129$ Màxim W_c per pràctica exclosa 12 amb valor $w_c = 0,548887663173377$ Pràctiques pel càlcul: 7,9,17,19, Sobre 5. P. exclosa 5 $w_c = 0,530772620446534$ $W = 0,527903579254931$ Pràctiques pel càlcul: 5,9,17,19, Sobre 5. P. exclosa 7 $w_c = 0,511304219751086$ $W = 0,507158509861213$ Pràctiques pel càlcul: 5,7,17,19, Sobre 5. P. exclosa 9 $w_c = 0,560109289617486$ $W = 0,554054054054054$ Pràctiques pel càlcul: 5,7,9,19, Sobre 5. P. exclosa 17 $w_c = 0,533986302378673$ $W = 0,529656683710738$ Pràctiques pel càlcul: 5,7,9,17, Sobre 5. P. exclosa 19 $w_c = 0,577583032623905$ $W = 0,572899926953981$ Màxim W_c per pràctica exclosa 19 amb valor $w_c = 0,577583032623905$ Pràctiques pel càlcul: 7,9,17, Sobre 4. P. exclosa 5 $w_c = 0,616508400292184$ $W = 0,616508400292184$ Pràctiques pel càlcul: 5,9,17, Sobre 4. P. exclosa 7 $w_c = 0,516455230740945$ $W = 0,512965668371074$ Pràctiques pel càlcul: 5,7,17, Sobre 4. P. exclosa 9 $w_c = 0,598508853681267$ $W = 0,586376917457999$ Pràctiques pel càlcul: 5,7,9, Sobre 4. P. exclosa 17 $w_c = 0,520547945205479$ $W = 0,513513513513513$ Màxim W_c per pràctica exclosa 5 amb valor $w_c = 0,616508400292184$ Pràctiques pel càlcul: 9,17, Sobre 3. P. exclosa 7 $w_c = 0,456537618699781$ $W = 0,456537618699781$ Pràctiques pel càlcul: 7,17, Sobre 3. P. exclosa 9 $w_c = 0,701972242512783$ $W = 0,701972242512783$ Pràctiques pel càlcul: 7,9, Sobre 3. P. exclosa 17 $w_c = 0,614317019722425$ $W = 0,614317019722425$ Màxim W_c per pràctica exclosa 9 amb valor $w_c = 0,701972242512783$</p>
--

Tabla 41. Ejemplo datos de salida para cálculo por iteración inversa seleccionada

4.6. Resumen del capítulo 4: Metodología 2

En este capítulo se empezó por la descripción de los inicios utilizando el programa SPSS para realizar los cálculos necesarios para buscar al W de Kendall para las distintas agrupaciones de prácticas y combinaciones, llegando a la conclusión de que dicho programa no se adaptaba a nuestras necesidades. Los motivos básicos fueron:

- Extensión intratable de los datos de salida
- La dificultad de implementar estrategias de cálculo condicionadas a resultados de iteraciones anteriores de forma automatizada.

Por eso se decidió el diseño e implementación de un software propio.

Se aborda también el problema del excesivo tiempo de ejecución, incluso con el software desarrollado, en casos donde el número de prácticas (o actividades de evaluación) supere ciertos límites.

En el caso de hacer el cálculo exhaustivo, se hacen las medidas y estimaciones pertinentes para determinar los límites razonables para una plataforma de cálculo que se puede catalogar de "normal" en el momento de escribir esta tesis. Llegándose a la conclusión que hasta unas 20 prácticas no hay problema (valores inferiores a 1h para, por ejemplo, calcular las W correspondientes a todas las combinaciones sin repetición de una determinada agrupación). Para 24 prácticas ya superamos los dos días para el mismo cálculo y para 26 prácticas llegamos a los 38 días, lo cual hace prácticamente inviable el método.

El número de alumnos, en cambio, no tiene una influencia tan crítica. Se hicieron de nuevo medidas y estimaciones hasta 250 alumnos, número muy generoso como grupo de alumnos de una clase, y los tiempos no llegaron a superar las dos horas. Por tanto el número de alumnos no llega a condicionar el método de cálculo exhaustivo de todas las combinaciones sin repetición.

Aunque 20 o 24 prácticas o actividades de evaluación pueden parecer suficientes, se decidió explorar algunas estrategias para determinar métodos alternativos capaces de llegar a los mismos resultados, pero con un esfuerzo de cálculo menor y por tanto una disminución de tiempo que haga el procedimiento viable para un número de prácticas mayor.

Se describen y aplican los mencionados métodos alternativos de menor coste computacional:

- Método de iteración inversa.
- Método mixto.
- Método iterativo con extracción de ternas.

Se llega a la conclusión de que el método de iteración inversa, siendo el más rápido, no siempre llega a encontrar las combinaciones que obtienen el valor máximo absoluto de W_c . El método iterativo con extracción de ternas, el más laborioso, tampoco lo llega a encontrar siempre. El que sí que consigue encontrarlo en todas los casos probados es el método mixto, aunque no se ha llegado a una demostración matemática de que siempre se pueda conseguir encontrar el valor máximo absoluto de W_c .

Se describe también en el capítulo, un análisis funcional del software desarrollado para facilitar la aplicación del cálculo exhaustivo y también de los métodos alternativos con las opciones: “iteración inversa” y “iteración inversa seleccionada”, mostrando algunos ejemplos de resultados de su ejecución.

Capítulo 5.
Análisis de resultados:
Los mapas de concordancia

5. Análisis de resultados: los mapas de concordancia

A la vista de lo expuesto hasta este punto, podemos decir que hemos llegado al núcleo conceptual y de resultados de la presente investigación.

Hablamos de *núcleo conceptual* porque, tomando como base la teoría sobre la W de Kendall expuesta en el capítulo 2, con referencia a las investigaciones precedentes, y el método desarrollado en los capítulos 3 y 4, podremos definir lo que entendemos por *mapa de concordancia* y realizar las consideraciones oportunas acerca de las investigaciones que se basen en ellos.

Y, en segundo lugar, hablamos de *núcleo de resultados*, porque ya podemos exponer y analizar el mapa de concordancia expuesto en el caso que nos ocupa: las mesas de prácticas y la dificultad que muestran para los estudiantes. De hecho, disponemos de diferentes mapas de concordancia, que mostraremos, pero centraremos la atención en el que nos dé un esqueleto más representativo de la potencia del método y que nos permita plasmar los logros de este tipo de metodología.

Así las cosas, este capítulo constará de una primera parte de tipo teórico, si bien la elaboración teórica deriva del conocimiento generado en la presente investigación, y una de tipo aplicado, donde analizaremos los resultados obtenidos sobre los datos académicos y su significado en el contexto de la titulación.

5.1. Núcleo conceptual: Clasificación de las asignaturas basada en los conjuntos concordantes

Expondremos la teoría de los conjuntos concordantes siguiendo los datos de nuestra investigación, a efectos de una mayor facilidad de comprensión. Como se trata de un capítulo de síntesis conceptual, expondremos de forma concisa una recapitulación sobre el método, posteriormente la definición de *conjunto concordante* y sus consideraciones y, en tercer lugar, la plasmación del método en lo que denominamos *mapa de concordancia*. Finalmente, a modo de información anexa pero que debe ser considerada, añadiremos una breve observación sobre la contaminación de datos para muestras grandes, como punto final a la parte conceptual.

5.1.1. Recapitulación: situación de partida

De los algoritmos expuestos en el capítulo anterior llegamos a los siguientes resultados:

- a) El método de iteración inversa descubre máximos locales de la W de Kendall, pero en la mayoría de ocasiones no encuentra los máximos absolutos.
 - b) El método de cálculo exhaustivo programado tiene un coste computacional elevado, pero admisible para los casos de estudio de esta tesis, y por tanto podemos encontrar siempre los máximos absolutos de una determinada agrupación.
-

- c) El método mixto llega a máximos absolutos con una cantidad de tiempo razonable en las pruebas realizadas, pero no se ha demostrado que siempre vaya a ser así, dado que la decisión de elegir el número de elementos del conjunto base puede condicionar el éxito del algoritmo. Solamente tiene interés usarlo en los casos en que el número de prácticas o elementos de evaluación sean del orden de 24, 26 o mayores.
- d) El método iterativo con extracción de ítems, siendo más complejo que el método mixto alcanza peores resultados, por tanto descartamos su uso.

Tal como hemos indicado, la aplicación de algoritmos exhaustivos de programación propia proporciona muchas ventajas, pero una de ellas, de tipo conceptual, no ha sido comentada todavía. Se trata de la elaboración completa (obtenida precisamente por la exhaustividad del algoritmo) de todas las posibles combinaciones de prácticas (conjuntos concordantes) y los valores del coeficiente de Kendall obtenidos en cada orden. Ello nos remite a un concepto nuevo que supone una de las aportaciones relevantes de la presente investigación: los mapas de concordancia. Como veremos, su aplicación es posible a muchas y diferentes disciplinas, puesto que siempre que tengamos una investigación que necesite categorizar un conjunto de ítems por puntuación y, la categorización exija pocos cruzamientos, tendremos una aplicación de los mapas de concordancia.

Pensemos por ejemplo en un grupo de directivos de una empresa que tienen que clasificar el riesgo de una veintena de proyectos de inversión diferentes. Obviamente disponemos de la W de Kendall para evaluar el acuerdo global del conjunto y, por otra parte, de las diferentes puntuaciones medias de los proyectos para ubicarlos en una escala de riesgo. Ahora bien, si se consigue un conjunto concordante final y el mapa de concordancia que nos ha llevado a dicho conjunto, obtendremos una información valiosa por dos motivos:

- Tendremos un conjunto de ítems donde el grupo de directivos está altamente de acuerdo en las calificaciones y hay muy pocos cruzamientos entre estos proyectos.
- Del análisis de las variaciones en la evolución de los grupos de ítems concordantes (con un valor límite mínimo fijado de W , como veremos en el siguiente apartado) el grupo podrá analizar (y autoanalizarse) para entender por qué la introducción del proyecto X rebajó sustancialmente la W que tenía el conjunto en aquel momento, es decir, permitirá identificar el proyecto X , para luego estudiar, qué características tenía éste que hizo que se perdiera la concordancia momentánea del grupo.

Así pues, se expone su definición conceptual a continuación.

5.1.2. Definición de conjunto concordante

Fijado un W_0 , que llamaremos valor frontera de concordancia, se define un conjunto concordante como un subconjunto de ítems C dentro de un conjunto de ítems A , tal que W para los elementos de C es mayor que W_0 .

Con la anterior definición, para un conjunto de ítems que representan una asignatura aplicada sobre una población de estudiantes, es diferente que C tenga 3 elementos o que tenga 8.

- a) #C=3: significa que tan solo hay 3 ítems que el colectivo califica como fácil-medio-difícil (o que al menos no hay cruces de puntuación, es decir, que hay un acuerdo significativo en el orden de calificación de estos tres ítems), y que todos los demás ítems tienen puntuaciones cruzadas. Ello nos dibuja una asignatura difícil de explicar, puesto que por sus contenidos las dificultades de los alumnos son de muy diferente calado.
- b) #C=8: Significa que hay 8 ítems que definen 8 grados de dificultad y que son prácticamente los mismos para todos los estudiantes. Esta asignatura dispone, por tanto, de un esqueleto de referencia, es decir, de unos ítems a través de los cuales se puede adivinar dónde están las dificultades (puesto que nos dan 8 modelos de diferente nivel, con un alto grado de acuerdo del grupo) y, además, nos sirven como guía para analizar los demás ítems que tienen dispersión. Por ejemplo, podemos decir que un ítem no incluido en C (es decir, no concordante) tiene componentes de algún ítem de C fácil y de algún otro difícil, lo que nos da un criterio de análisis para entender la dispersión que provoca este ítem en el grupo de estudiantes.

5.1.3. Consecuencias para el software realizado

Como consecuencia inmediata de la definición, observamos que nos interesa, si existen, detectar conjuntos de concordancia de un número de elementos considerable. Dado que realizar directamente las combinaciones de n elementos sobre un conjunto de m provoca largos tiempos de cálculo en el ordenador, en el caso de m elevadas es importante que se haya desarrollado un software que facilita la aplicación del método mixto para detectar conjuntos concordantes.

El método para analizar un conjunto de ítems y localizar los conjuntos concordantes depende de si podemos acceder directamente al cálculo de todas las combinaciones o, por el contrario, si se trata de un grupo numeroso de prácticas debemos aplicar el método mixto.

Antes de ver las dos alternativas se describe a continuación qué es y qué pretende un mapa de concordancia.

5.1.4. El mapa de concordancia

Los resultados que nos da el software son un volumen de números importante y difícil de interpretar sin un trabajo intenso añadido. El mapa de concordancia intenta plasmar en un gráfico solamente los datos más significativos de forma ordenada y que evidencien los conjuntos concordantes para cada agrupación.

No es en absoluto evidente construir el mapa concordancia a partir de los resultados que nos proporciona el software desarrollado en esta tesis. Queda pendiente para trabajos futuros el diseño de un software gráfico que sea capaz de automatizar ese laborioso trabajo. En esta ocasión se ha realizado tratando los datos de salida del programa "cálculos Kendall" con otros programas como la conocida hoja de cálculo de Microsoft Excel y el programa de diseño de mapas conceptuales Cmap Tools (IHMC, 2011). Se ha realizado un mapa de concordancia para cada grupo de alumnos tanto del curso 2008-2009 como del 2009-2010.

Para hacer más comprensiva la idea de mapa de concordancia empezamos mostrando uno que no sea demasiado complejo. Para grupos de muchos alumnos se produce una mayor dispersión y por tanto es poco probable obtener esqueletos de agrupaciones mayores a 4 con valores de W_o por encima de los 0,6, que sería el valor mínimo para considerar que se ha obtenido un conjunto concordante suficientemente fuerte. Evidentemente ocurre lo contrario para grupos reducidos de alumnos y por tanto se consiguen conjuntos concordantes de hasta 13 ítems, que al plasmarlos en un mapa, éste será mucho mayor.

La discusión sobre la interpretación del valor de la W Kendall para considerar si un acuerdo es fuerte o débil, seguramente estará abierta siempre, dado que el escenario de una determinada investigación establecerá condicionantes que obligaran a cierta flexibilidad. Algunos autores, como (Schmidt, 1997), sugieren una interpretación que, con cierta flexibilidad, consigue un amplio nivel de consenso:

- 0,1 → Acuerdo muy débil.
- 0,3 → Acuerdo débil.
- 0,5 → Acuerdo moderado.
- 0,7 → Acuerdo fuerte.
- 0,9 → Acuerdo muy fuerte.

Se muestra a continuación el mapa conceptual correspondiente a la titulación de Sistemas de Telecomunicación del curso 2008-2009, que cuenta con un total de 50 alumnos (Figura 1).

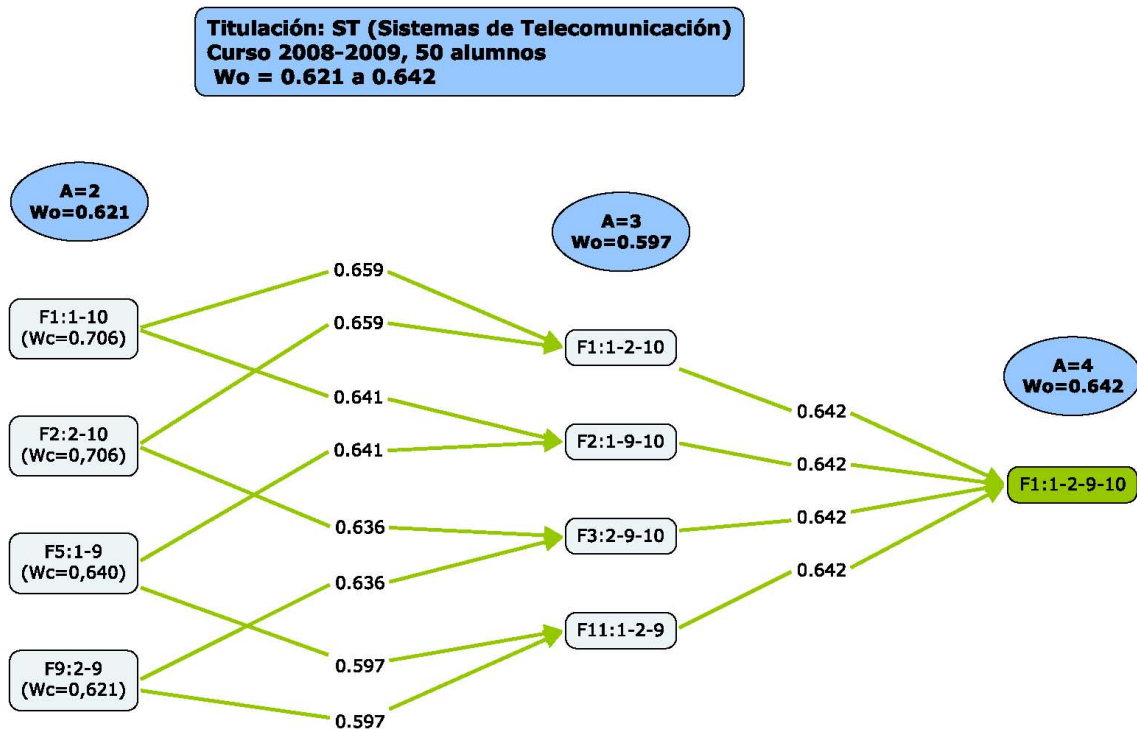


Figura 1 Mapa conceptual de la titulación ST del curso 2008-2009

Para realizar el mapa, primero se busca el mayor conjunto concordante que obtenga un valor de W_c superior al valor frontera de concordancia W_o . El investigador deberá fijar este valor en función de la naturaleza de las variables, del grado de exigencia en la cuestión de los cruzamientos que exija la investigación y de las dimensiones que tome el mapa. Sobre la

marcha, a veces un investigador lo modificará porque se dará cuenta que ha sido demasiado restrictivo, de modo que queda a su criterio para cada conjunto de ítems obtener una dimensión del mapa adecuada.

Se sitúa este primer conjunto concordante en el extremo derecho del mapa, es la columna marcada como $A=4$ y $W_o=0,642$. Como los datos provienen de un fichero ordenado de mayor a menor, con todas las combinaciones sin repetición de 4 ítems, la primera fila de este contiene el conjunto concordante más fuerte, de ahí la nomenclatura "F1:" que identifica al conjunto de prácticas "1-2-9-10" (obtiene un acuerdo cercano a lo que se ha clasificado como "acuerdo fuerte").

El siguiente paso es generar la siguiente columna de derecha a izquierda, que contendrá los mejores conjuntos concordantes de 3 ítems ordenados de mayor a menor, de arriba hacia abajo y que sean generadores del conjunto concordante de la columna derecha, es decir, que sus ítems estén contenidos en el mencionado conjunto. En este caso es la columna $A=3$ y $W_o=0,597$. Los conjuntos que cumplen la condición mencionada son los correspondientes a las filas F1, F2, F3 y F11. Podemos observar que los ítems de cualquiera de ellos, por ejemplo F1 que contiene los ítems 1, 2 y 10, o los de F11 que son 1, 2 y 9, están contenidos en los de F1 de su columna derecha que son 1, 2, 9 y 10.

Una vez generadas las dos primeras columnas se realizan los enlaces en forma de flecha que unen cada conjunto concordante de la columna izquierda con el conjunto generado en la columna derecha, poniendo en medio del enlace el valor de W_c que obtiene el conjunto concordante generado. En el caso presentado el valor de W_c es de 0,642.

Estas dos columnas nos indican que hay 4 conjuntos concordantes de orden 3 que generan el conjunto concordante más fuerte, esto es, que supere o iguale el valor frontera establecido de $W_o=0,642$.

Se procede de la misma manera para generar la siguiente columna hacia la izquierda del mapa. En este caso será la última, dado que estará formada por la mínima agrupación posible que es de 2 ítems. Esta vez cada conjunto concordante de orden 3 está generado por dos conjuntos de orden 2. Por ejemplo el conjunto de orden 3, F2, formado por los ítems 1, 9 y 10 está generado por los conjuntos de orden 2: F1 (con los ítems 1 y 10) y F5 (con los ítems 1 y 9). De hecho este conjunto concordante ($A=3$, F2), puede estar generado por otros conjuntos concordantes de orden 2, además de los mencionados F1 y F5 (por ejemplo el que contenga los ítems 9 y 10), pero no aparece en el mapa porque el valor de W_c de este no alcanza el valor frontera W_o que se ha establecido para esta columna ($W_o=0,621$).

5.1.5. Método de cálculo directo para la realización de un mapa de concordancia. Caso de tiempo de ejecución asequible.

Para realizar un mapa de concordancia, primero hay que calcular W_c de todas las posibles combinaciones de ítems (en otros capítulos lo hemos llamado método de cálculo exhaustivo) para todas las posibles agrupaciones que superen el valor frontera más bajo que se determine (normalmente cercano a $W_o=0,6$, pero dependerá del volumen de alumnos del grupo a estudiar). Para ello:

- a) Se fija un valor frontera W_0 .
- b) Apliquemos el método directo de combinaciones de n sobre m (es decir, calculamos todos los posibles W de Kendall para un n pequeño, como ahora de 3 elementos).
- c) Incrementamos la n y volvemos a calcular todas las posibles W resultantes.
- d) Repetimos hasta que la W obtenida es menor que el nivel frontera W_0 .

Una vez tenemos los datos hay que ir incorporándolos al mapa tal y como se ha comentado en el apartado anterior. Con objeto de tener una visión más sistemática, presentamos el diagrama de flujo de todo el proceso (Figura 2).

5.1.6. Método mixto de cálculo iterativo para la realización de un mapa de concordancia. Caso de tiempo de ejecución no asequible.

El procedimiento es similar, con la salvedad que para encontrar los conjuntos concordantes más fuertes de cada agrupación, será necesario aplicar el método mixto:

- a) Se fija un valor frontera W_0 .
- b) Se aplica el método directo de combinaciones de n sobre m (es decir, calculamos todos los posibles W de Kendall para un n asequible (por ejemplo 3, 4, 5 o hasta 10 elementos).
- c) Si obtenemos una W_c menor que W_0 significa que conjuntos mayores de ítems serán más discordantes, por lo que la búsqueda ha terminado.
- d) Si obtenemos una W_c mayor que W_0 , pero entramos en tiempos de ejecución excesivamente altos, aplicamos el método mixto para encontrar subconjuntos concordantes con una W_c que siga siendo considerablemente elevada y mayor que W_0 . En este caso, habremos obtenido una estructura exitosa.

Como ya se ha comentado en otros apartados, todos los casos estudiados en esta tesis tienen un número máximo de actividades de evaluación (prácticas) de 19, y por tanto no ha sido necesario aplicar el método mixto para calcular los coeficientes de correlación y hallar los conjuntos concordantes, siempre se ha podido realizar el cálculo exhaustivo y método directo.

Se puede ver el proceso en el diagrama de flujo de la Figura 3.

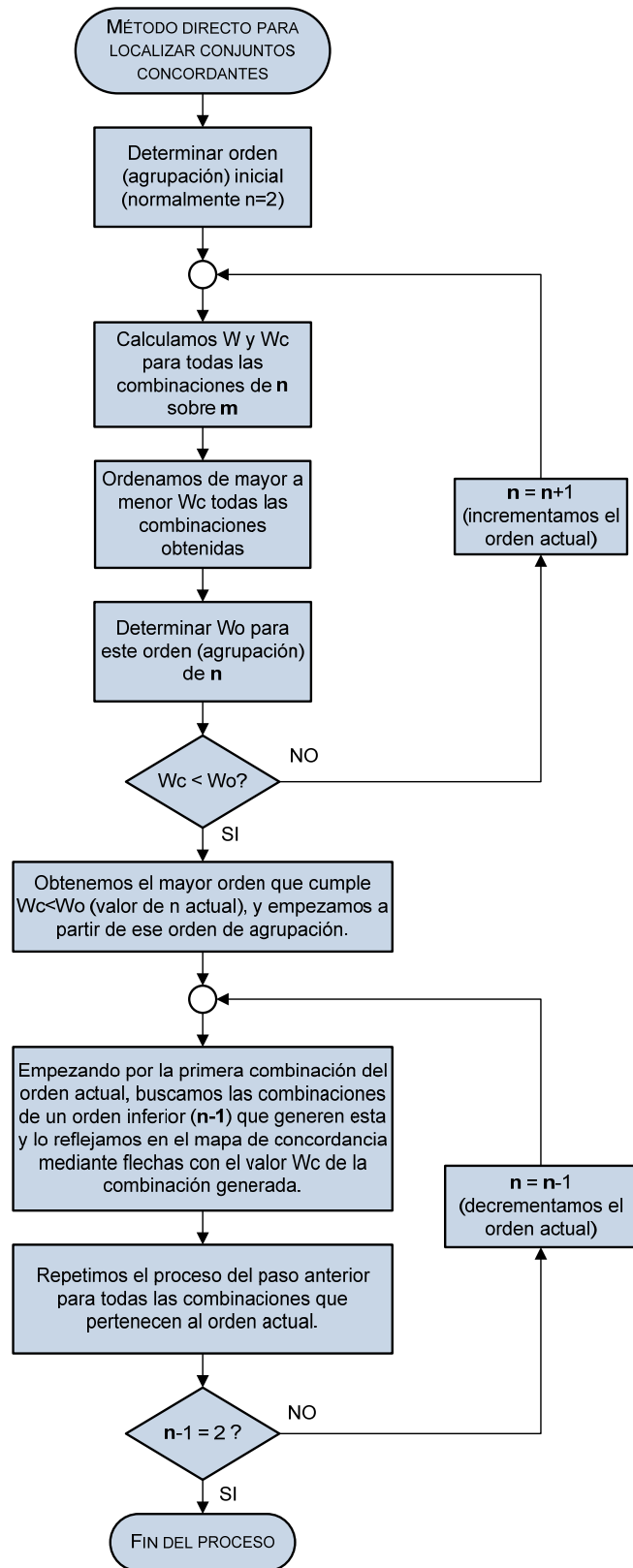


Figura 2 Diagrama de flujo para la realización de un mapa de concordancia por método directo

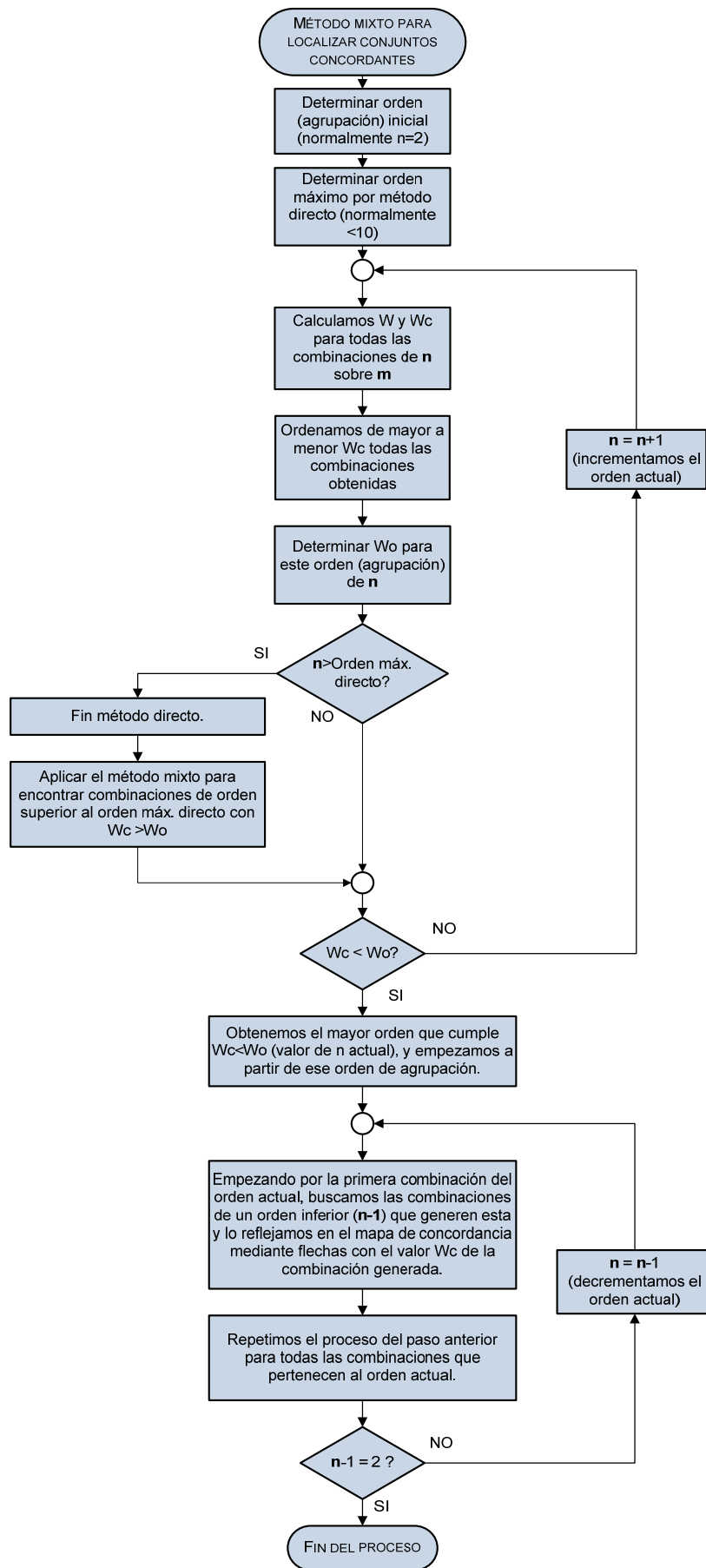


Figura 3 Diagrama de flujo para la realización de un mapa de concordancia por método mixto

5.1.7. Problemática de la no regularidad de los conjuntos concordantes

Hay que notar que un conjunto concordante de orden $n+1$ puede presentar una ruptura respecto de su antecesor de orden n . Es decir, puede suceder, por ejemplo, que la terna concordante más fuerte sea 1, 4, 8 y, en cambio, la terna concordante más fuerte para cuatro ítems resulte ser 1, 6, 8, 12. Tal como vemos (Figura 4), el conjunto de orden 4 no se genera a partir de la terna 1, 4, 8, puesto que el ítem 4 no aparece en la combinación siguiente.

Para estar seguros que obtenemos todos los conjuntos concordantes de un orden máximo con W_c mayores que una W_0 fijada, debemos considerar todos los posibles conjuntos generadores con una W_c mayor que el valor frontera, lo que en ocasiones nos puede obligar a ajustar dicho valor W_0 para este orden de conjuntos generadores. Pensemos que podría suceder, por ejemplo, que aparecieran inicialmente dos conjuntos concordantes de orden 3 con W mayor que W_0 . Es lógico que eligiéramos el de la W mayor para seguir buscando conjuntos concordantes de orden 4; sin embargo, podría suceder que el conjunto de orden 4 resultante tuviera una W menor que W_0 y, en cambio, el conjunto generado a partir del conjunto de orden 3 descartado mantuviera una W todavía mayor que el nivel frontera.

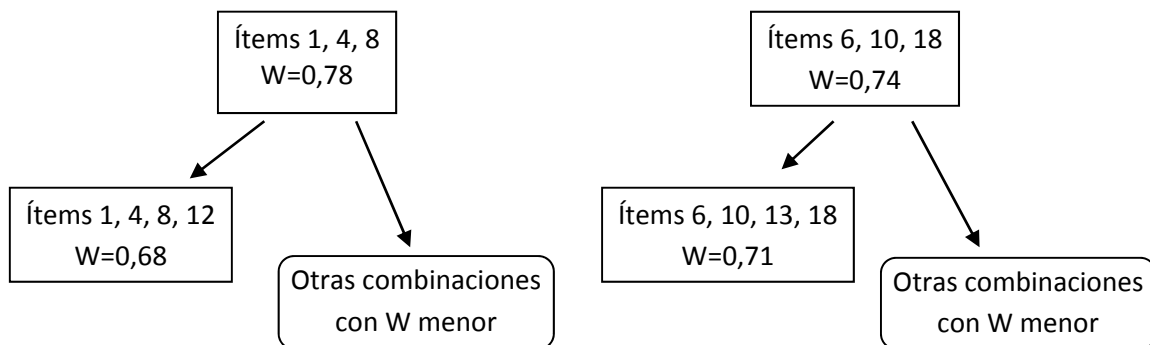


Figura 4 Dos conjuntos concordantes de orden 3 donde el de máximo W no genera el siguiente conjunto concordante de orden 4 más fuerte.

De esta manera conseguiremos que en el mapa de concordancia, para un determinado orden, siempre tendremos los conjuntos más fuertes (situados en la parte superior) y en un orden inferior encontraremos siempre sus conjuntos concordantes generadores de estos, sean o no los más fuertes en ese orden.

Cabe recordar que es relativamente poco probable que aparezca un conjunto concordante con una $W > W_0$ a partir de un conjunto anterior con $W < W_0$, por el hecho que al sustraer un ítem de una combinación la W tiende a aumentar y, por tanto, el conjunto anterior tendrá también tendencia a tener una W mayor que el conjunto posterior.

5.1.8. Interpretación de los mapas de concordancia

En cualquier caso nos interesa conocer si los sucesivos conjuntos concordantes obtenidos presentan variaciones bruscas o moderadas de su W .

En la evolución de los conjuntos concordantes inclusiva, es decir, que el conjunto de orden $n+1$ contiene al conjunto de orden n , puede pensarse en los sucesivos conjuntos concordantes como en un *esqueleto explicativo* de la dificultad del conjunto de ítems. Las variaciones de la W en los sucesivos conjuntos concordantes nos ayudarán a entender qué sucede con dicho esqueleto, es decir, cómo los nuevos ítems introducen dispersión entre los alumnos por lo que se refiere a su calificación. Esto se puede observar siguiendo los enlaces de un grupo de concordancia a los grupos de un orden inferior en el mapa de concordancia, o a la inversa, de menor orden a mayor orden.

Si observamos el mapa de concordancia de ST curso 2009-2010 de la Figura 5, lo podemos ver fácilmente. Nos fijamos en el grupo F1 de la columna de orden 2 (primera de la izquierda), formado por las prácticas 1 y 18. En este caso el valor de W_c es de 1, lo que indica que los 37 alumnos del grupo están de acuerdo en los rangos de estas dos prácticas.

Éste grupo genera 16 grupos de un orden superior, de los cuales aparecen en el mapa de concordancia 2. Esto simplemente significa que los 14 restantes obtienen una W_c por debajo del valor frontera $W_o=0,7$ empleado en este mapa.

Siguiendo las flechas que apuntan a los grupos generados de orden superior, identificamos dos caminos con transiciones suaves que nos llevan al grupo concordante más fuerte y de mayor orden que cumplen con el valor frontera:

- $A2:F1(1) \rightarrow A3:F2(0,790) \rightarrow A4:F1(0,731)$. Al añadir la práctica 2 para generar el grupo de orden 3, éste se mantiene en las primeras posiciones (la 2ª), lo que nos indica que se introduce poca dispersión, es decir sigue existiendo un acuerdo muy fuerte, por parte de los alumnos, para la clasificación de las 3 prácticas (1-2-18). Al añadir la práctica 8 para generar el grupo de orden 4, sigue pasando algo similar y se obtiene el grupo concordante más fuerte de ese orden.
- $A2:F1(1) \rightarrow A3:F4(0,757) \rightarrow A4:F1(0,731)$. También se producen transiciones suaves, sin cruces. En este camino se añade la práctica 8 para pasar al orden 3 y la práctica 2 para llegar al conjunto más fuerte de orden 4.

Titulación: ST (Sistemas de Telecomunicación)
Curso 2009-2010, 37 alumnos
Wo = 0,7 en todo el mapa

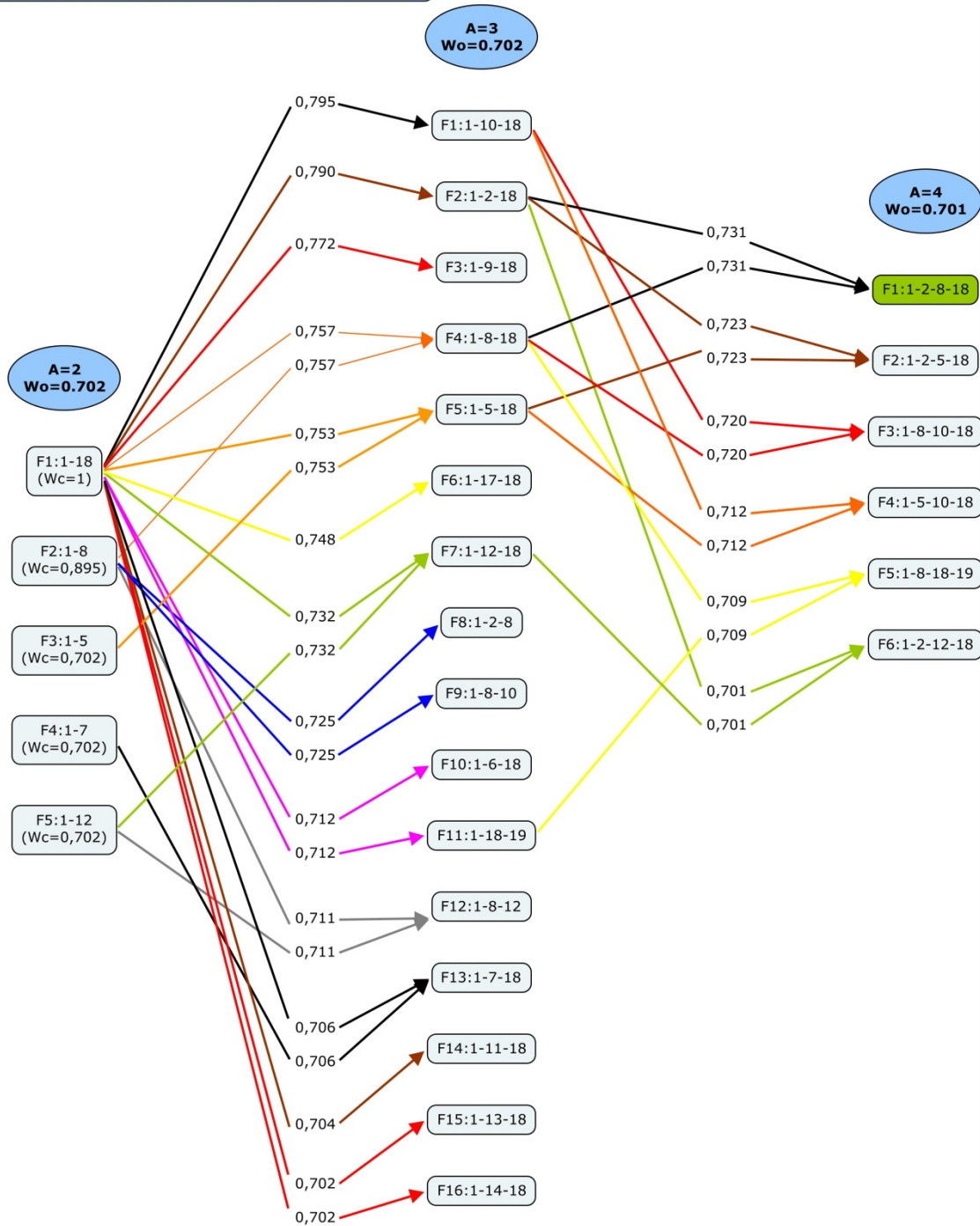


Figura 5 Mapa de concordancia de la titulación ST del curso 2009-2010

Podemos ilustrar con más claridad estos dos caminos si visualizamos solamente la parte que estamos describiendo del mapa:

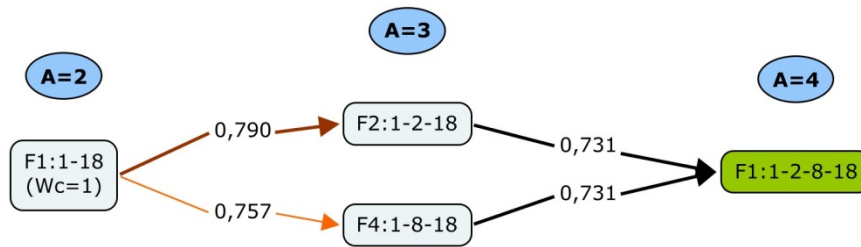


Figura 6 Mapa de concordancia parcial de ST curso 2009-2010.

Diríamos que estos caminos forman una especie de estrato en el que los valores de W_c y los rangos no sufren saltos o interrupciones significativas.

Puede suceder, como hemos explicado (véase Figura 4), que dispongamos de más de un *esqueleto explicativo* y, en tal situación, deberemos elegir aquel o aquellos que cumplan la condición de llegar a un conjunto concordante de orden máximo y $W > W_0$. Como sabemos que un conjunto concordante tiende a aumentar su W cuando le sustraemos un ítem, estamos seguros de que obtendremos *esqueletos explicativos*. Es decir, puede suceder que para un orden n determinado, el conjunto concordante de W máximo no se corresponda con el conjunto concordante máximo de orden inmediatamente inferior; ahora bien, lo que es seguro es que, llegados a un conjunto concordante final, se deduce su evolución a partir de conjuntos concordantes de menor orden procediendo por iteración y descartando los ítems más discordantes (de W_c inferior al valor frontera W_0).

Esta idea, en definitiva, nos llevó al concepto de los mapas de concordancia con objeto de estudiar la evolución de la W de lo que hemos denominado un *esqueleto explicativo*.

Los mapas de concordancia son, por tanto, gráficos que nos indican la evolución de la W de un conjunto concordante al agregar o quitar ítems. Nos informan de cambios abruptos en la concordancia o, por el contrario, de cambios suaves. Una variación brusca en la W en un mapa de concordancia nos indica que el ítem añadido, si bien sigue dentro de los límites que impone el nivel frontera W_0 , ha roto la *estratificación* que mantenían los ítems precedentes. De hecho, es casi imposible mantener siempre una concordancia sin cambios bruscos, porque querría decir que hemos diseñado unas prácticas tan perfectamente calibradas en su dificultad que son como "láminas" que se pueden colocar unas encima de otras. Es de esperar que en temáticas complejas se produzca una varianza cruzada entre los alumnos cuando consideremos números mayores de ítems.

Se ilustra este hecho mostrando parte del mapa de concordancia de la titulación SE del curso 2008-2009 con 29 alumnos (Figura 7).

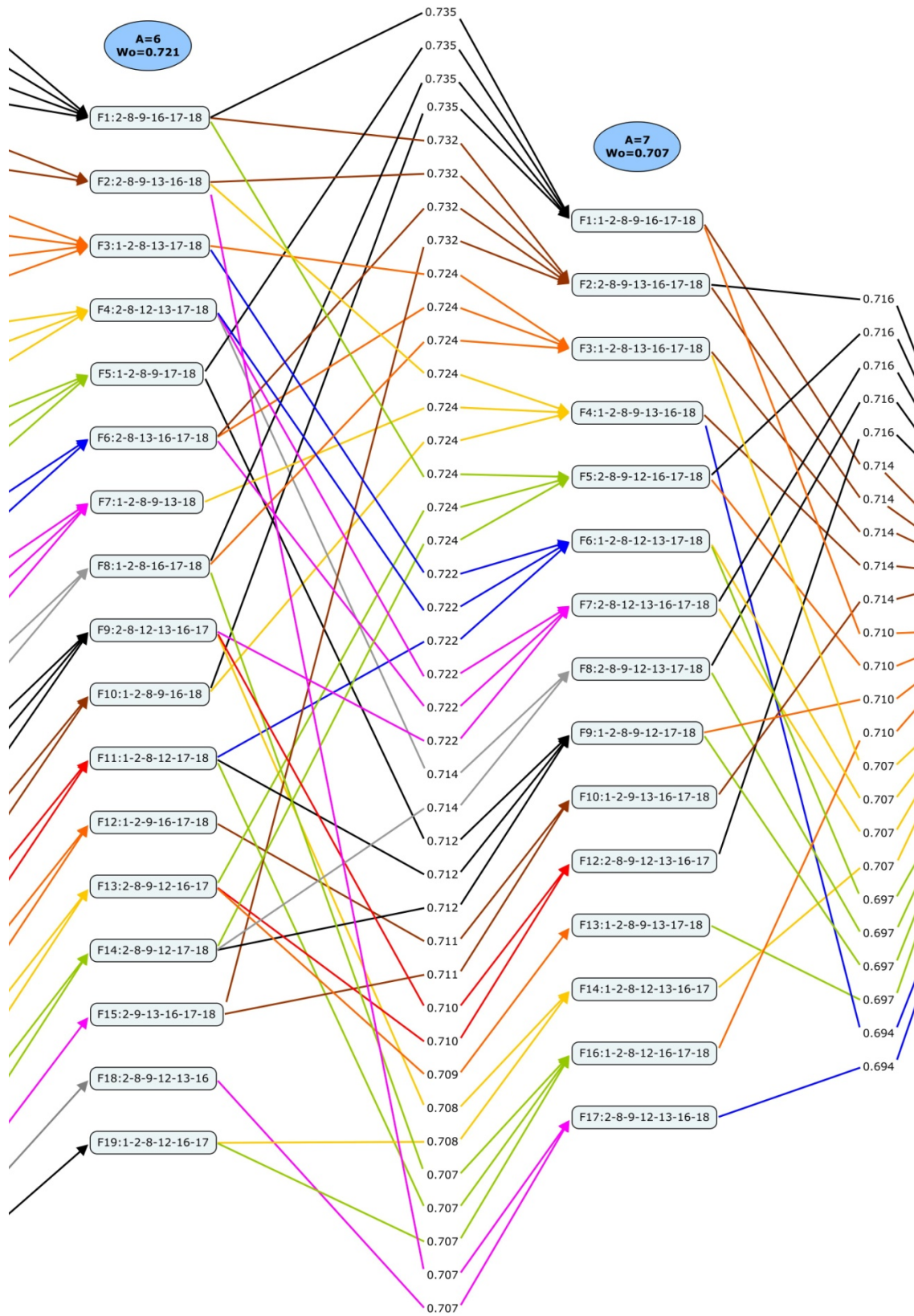


Figura 7 Mapa de concordancia parcial de la titulación SE del curso 2008-2009

Si partimos de la columna de orden 6 y seguimos el camino $A6:F2(0,745) \rightarrow A7:F17(0,707)$ vemos que se produce un cambio brusco (de la 2ª posición en la columna de orden 6 a la 17ª en la de orden 7), aunque se mantiene un nivel de acuerdo fuerte por encima de $W_0=0,7$. Esto significa que al conjunto concordante $A6:F2$, al añadirle la práctica 12 para generar el orden superior, introducimos una dispersión mayor (mayor desacuerdo) que al añadirle la práctica 17 (correspondería al camino $A6:F2(0,745) \rightarrow A7:F2(0,732)$).

Es obvio que se producirán saltos mucho más espectaculares con variaciones que pasaran de concordancias muy fuertes a muy débiles, pero que no aparecerán en los mapas debido a que los grupos generados obtendrán valores de W_c por debajo o muy por debajo del valor frontera W_0 que se establezca en cada columna. Si se quisieran estudiar esos casos, se debería extender la superficie del mapa a tamaños difícilmente tratables sobre papel. Se deja para trabajos futuros la realización de un software que permita visualizar las partes del mapa que cumplan determinados criterios o parámetros que pueda establecer dinámicamente el investigador.

5.1.9. El problema de la contaminación asintótica en la metodología expuesta

Hemos expuesto en el capítulo anterior que para muestras grandes los tiempos de ejecución del algoritmo exhaustivo puede dispararse y se haría necesario usar el método mixto (iterativo). Sin embargo, éste no es el único problema con que puede encontrarse un investigador a la hora de aplicar la metodología a un conjunto de datos numeroso.

Sabemos que en estadística muchas fórmulas tienen un comportamiento asintótico que se aleja conceptualmente del objetivo inicial de la prueba. El coeficiente alfa de Cronbach (Cronbach, 1951), por ejemplo, toma valores entre 0 y 1, pero tiene un factor multiplicativo en su fórmula que tiende a 1 cuando n tiende a infinito. Ello causa que, si un investigador aumenta exageradamente el número de ítems de un cuestionario, entonces el coeficiente se acerca más a 1 (como más próximo a 1 es el cuestionario, más se acepta por la comunidad científica).

En nuestro caso, dada la complejidad de los algoritmos, es costoso descubrir formalmente su comportamiento asintótico pero, en cambio, tenemos dos motivos conceptuales muy claros para hablar de *contaminación asintótica*:

- a) Naturaleza de la prueba y azar en la realidad
- b) Circunstancias del objeto de estudio

a) Naturaleza de la prueba y azar en la realidad

Debemos considerar, en primer lugar, que la metodología que hemos puesto en juego busca encontrar un *resultado fuerte*, por lo que se refiere a la W de Kendall. Es decir, el objetivo del método es conseguir este *conjunto concordante*, este *esqueleto de ítems* que nos puede ayudar a entender la dificultad de todo el temario, pero sobre el cual, en consecuencia, admitimos muy pocos cruzamientos de notas (si los hubiera, la W bajaría).

Al conjugar la teoría matemática con el azar nos damos cuenta de la fragilidad de nuestro conjunto concordante si el tamaño de la muestra se hace grande. Supongamos, por ejemplo, que para 100 alumnos existiera un conjunto concordante de ítems. Esto significa que, para estos estudiantes, está muy claro que el ítem 1 es más difícil que el 2, éste que el 3, y así sucesivamente hasta llegar a todo el conjunto concordante. Ahora bien, en la realidad, al someterlos a una prueba de evaluación, por las circunstancias del momento y por el azar, algunos estudiantes puntuarán más alto de lo previsto en un ítem y más bajo en otros, siendo probable que se produzcan estos cruzamientos que rompen el conjunto concordante. Es obvio, pues, que a mayor tamaño, mucha mayor probabilidad de que el propio azar desbarate la detección de conjuntos concordantes grandes.

Tomando como referente la presente investigación, y teniendo en cuenta que se trata de una materia de formación superior y de una disciplina más o menos *exacta*, hemos comprobado que más allá de muestras de 30 individuos empieza a aparecer esta contaminación debida al tamaño de la muestra. Así pues, nuestra recomendación es que en cualquier campo donde se aplique esta metodología, no se usen muestras mayores, con la salvedad obvia que cada campo de conocimiento presenta sus particularidades por lo que se refiere a la desviación de los individuos en cuestionarios de evaluación.

b) Circunstancias del objeto de estudio

En segundo lugar debemos considerar, aunque sea paradójico, el efecto negativo de enmarcarse en la formación superior sobre la detección de los conjuntos concordantes. Ciertamente, acabamos de decir en el apartado anterior que el tamaño de la muestra adecuado estaba alrededor de 30 y el tratarse de formación superior parecía un argumento a favor (es decir, que permite aumentar N debido a la homogeneidad de los estudiantes).

Ahora bien, la otra cara de la moneda de la formación superior y, en particular, de las carreras de ingeniería, es el abandono total y el abandono selectivo que encontramos cada año en nuestras titulaciones. Ello se traduce en estudiantes que se presentan sin haber estudiado y obtienen baja nota; de hecho, se presentan aunque ya están pensando en abandonar los estudios (abandono total). Por otra parte, otros estudiantes se presentan para familiarizarse con el examen pero no lo han preparado, puesto que aquel año se han dedicado a estudiar otra asignatura (abandono selectivo).

Ambos casos de abandono son una fuente de distorsión en la detección de ítems concordantes, puesto que al llenar de notas bajas los ítems, provocan muchos cruzamientos que, en rigor, no deberían existir. La consecuencia es que el procesado posterior de las puntuaciones no encuentra más que un reducido esqueleto de ítems (puede que incluso sólo 2 o 3) puesto que la contaminación debida al tamaño no nos permite detectar el conjunto original.

Así pues, en investigaciones aplicadas a formación superior, a menos que nos podamos permitir valores frontera W_0 suficientemente altos, el investigador deberá asegurarse que no hay casos de abandono, que el interés es más o menos constante y adecuado, y que el grupo de alumnos, por tanto, no causa estos cruzamientos que desvirtúan la investigación.

Por abuso de lenguaje, podemos llamar contaminación asintótica a este impedimento a la detección de los conjuntos concordantes en los dos casos expuestos en este apartado. Corresponderá a cada investigador en su campo tener presente esta contaminación y eliminar los casos contaminados de la muestra si fuera necesario.

5.2. Núcleo de resultados: los mapas de concordancia para la asignatura de medidas electrónicas.

Se han generado mapas de concordancia de todas las titulaciones de ingeniería de telecomunicaciones individualmente y del grupo formado por el conjunto de todos los alumnos de estas, tanto para el curso 2008-2009, como para el 2009-2010.

Todos los mapas se encuentran en el anexo A:

- Curso 2008-2009:
 - Todos los alumnos de las 3 especialidades – TOT 2008 – Pág. 195.
 - Sistemas de Telecomunicaciones – ST 2008 – Pág. 196.
 - Equipos Electrónicos – SE 2008 – Pág. 197.
 - Telemática – TL 2008 – Pág. 199.
- Curso 2009-2010:
 - Todos los alumnos de las 3 especialidades – TOT 2009 – Pág. 201.
 - Sistemas de Telecomunicaciones – ST 2009 – Pág. 202.
 - Equipos Electrónicos – SE 2009 – Pág. 203.
 - Telemática – TL 2009 – Pág. 205.

5.2.1. Análisis de los mapas de concordancia del curso 2008-2009

Las primeras observaciones las podemos reflejar en una tabla:

Grupo	Nº Alumnos	Orden máx.	Wo Orden max.	Prácticas grupo concordante más fuerte (F1) de orden máx.
SE	26 ¹	9	0,701	1-2-8-9-12-13-16-17-18
ST	50	4	0,642	1-2-9-10
TL	16	11	0,726	2-5-6-9-11-12-13-14-16-17-18
TOT	92	3	0,639	1-2-9

Tabla 1 Parámetros básicos de los mapas conceptuales de cada titulación del curso 2008-2009

Como era de esperar, a mayor número de alumnos más difícil es conseguir un acuerdo fuerte para grupos concordantes de órdenes grandes. Incluso estableciendo un valor frontera no muy exigente de $Wo=0,639$ el grupo TOT con 92 alumnos solamente consigue alcanzar grupos concordantes de orden 3 y el grupo ST con 50 alumnos alcanza el orden 4 con $Wo=0,642$. En cambio el grupo SE y TL con 26 y 16 alumnos respectivamente, superan valores frontera de 0,7 y alcanzan órdenes de 9 y 11. Para disminuir esta tendencia sería necesario hacer un trabajo

¹ En realidad si se consultan los ficheros de notas, aparecen 25 alumnos, se da la circunstancia que uno de ellos no se presentó a ningún examen y por tanto se eliminó de dichos ficheros.

exhaustivo para eliminar las notas disruptivas de alumnos que tienen un comportamiento como el descrito en el apartado 5.1.9. Pero ello solamente es posible hacerlo con garantías si se trabaja con datos recientes que permitan recordar el contexto de cada caso. Por ejemplo, para saber si una nota cercana a cero de una práctica es candidata a no tenerla en consideración, sería necesario conocer si el alumno en cuestión había decidido en esa ocasión no preparar el examen porque había priorizado otras asignaturas, o bien aunque le hubiese dedicado la atención habitual no ha sido capaz de obtener otro resultado.

Los gráficos de barras de las notas medias de las prácticas, ordenadas de menor a mayor, para cada titulación (Figura 8), nos permiten asignar un rango promedio de grupo para cada práctica, tal y como queda reflejado en la Tabla 2.

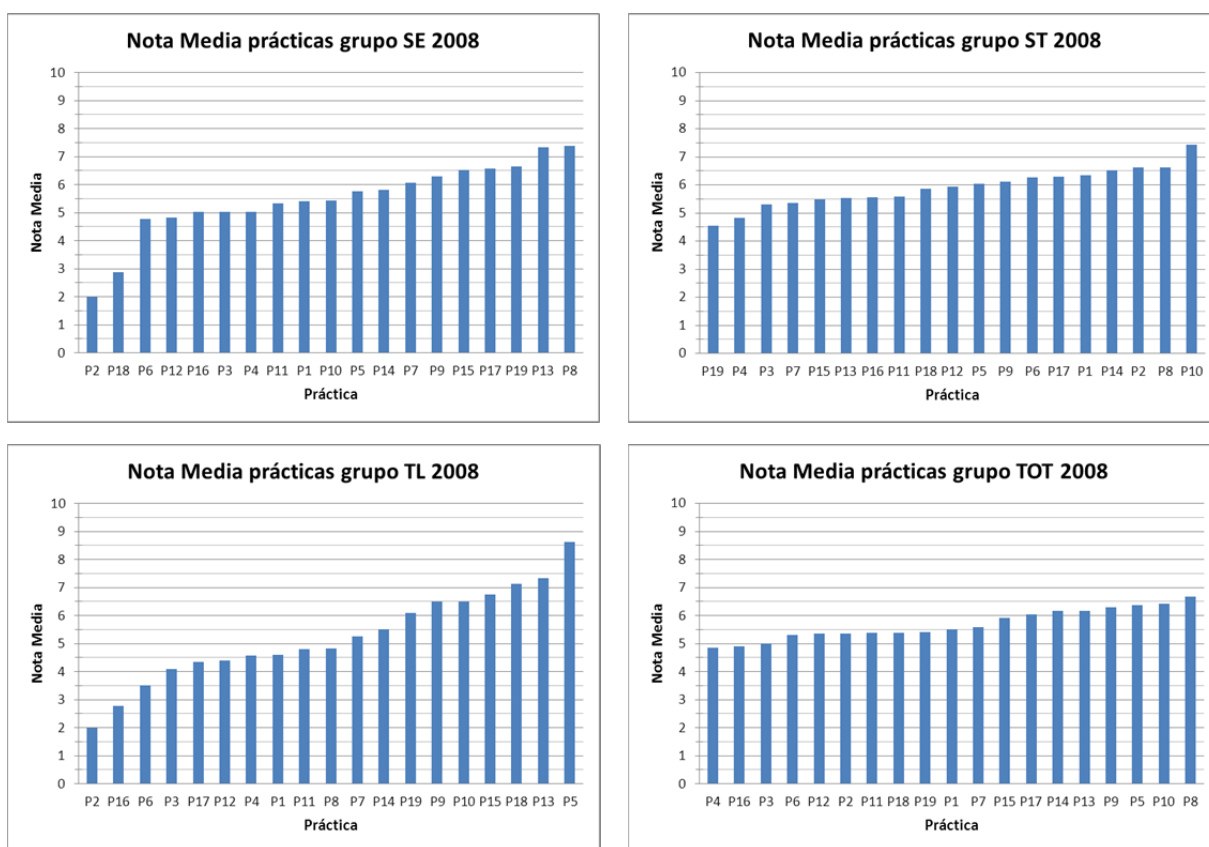


Figura 8 Gráficos de barras de las notas medias de las prácticas para cada titulación, ordenadas de menor a mayor nota, del curso 2008-2009

Rango	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SE	P2	P18	P6	P12	P16	P3	P4	P11	P1	P10	P5	P14	P7	P9	P15	P17	P19	P13	P8
ST	P19	P4	P3	P7	P15	P13	P16	P11	P18	P12	P5	P9	P6	P17	P1	P14	P2	P8	P10
TL	P2	P16	P6	P3	P17	P12	P4	P1	P11	P8	P7	P14	P19	P9	P10	P15	P18	P13	P5
TOT	P4	P16	P3	P6	P12	P2	P11	P18	P19	P1	P7	P15	P17	P14	P13	P9	P5	P10	P8

Tabla 2 Rangos obtenidos por cada práctica para cada titulación del curso 2008-2009

Observando la tabla, dentro de las limitaciones de unos datos heterogéneos, se pueden extraer las conclusiones siguientes:

- Si simplificamos y consideramos los rangos de 1 a 9 como prácticas “difíciles” y los rangos de 10 a 19 como “fáciles”. Podemos identificar 4 prácticas que aparecen como difíciles en los 4 grupos y 5 como fáciles. Ordenando de difícil a fácil y tomando como referencia el grupo TOT (el de la totalidad de los alumnos):
 - Difíciles: P4-P16-P3-P11
 - Fáciles: P14-P9-P5-P10-P8
- Si hacemos el mismo ejercicio pero excluyendo el grupo TOT (dado que es la suma de todos los alumnos), el resultado es el mismo y los dos grupos se componen de las mismas prácticas.

Comparación de grupos concordantes del mismo orden. Caso de ternas.

Vamos a comparar conjuntos concordantes de los 4 grupos del orden más restrictivo, que será el de orden 3, que es el máximo que alcanza el grupo TOT superando el valor frontera establecido (ver Tabla 1).

Para hacer la comparación no siempre podremos utilizar los mapas de concordancia impresos, dado que algunos de los grupos que pretendemos comparar, estarán por debajo del valor frontera establecido y por tanto no aparecen. Debemos consultar directamente los ficheros de datos con los resultados de los distintos órdenes, ordenados de mayor a menor y que por su extensión no se reproducen en su totalidad. Podemos ver un ejemplo en el anexo E.

Haremos una tabla que nos identifique la terna de concordancia más fuerte de una titulación en las demás titulaciones (Tabla 3). La columna rango nos indica en que posición, de mayor a menor, se ha clasificado una terna determinada en cada uno de los grupos.

Comparativa de rangos para grupos de orden 3 curso 2008-2009																
Rango	TOT				ST				SE				TL			
	Prácticas			Wc	Prácticas			Wc	Prácticas			Wc	Prácticas			Wc
F1	1	2	9	0,639	1	2	10	0,659	8	9	18	0,857	2	5	6	0,941
F11	2	5	9	0,602	1	2	9	0,597	2	17	18	0,794	5	6	17	0,891
F29	1	2	8	0,574	1	4	10	0,564	1	2	9	0,733	2	5	14	0,824
F35	1	2	10	0,569	10	12	13	0,563	8	15	18	0,720	2	16	18	0,824
F132	2	13	15	0,497	1	5	8	0,502	1	2	10	0,590	1	5	14	0,672
F155	5	12	16	0,486	2	8	17	0,491	9	12	13	0,572	1	2	9	0,652
F170	2	5	6	0,481	9	12	13	0,490	8	14	16	0,564	8	14	16	0,637
F175	8	9	18	0,478	1	4	9	0,488	13	18	19	0,564	2	11	16	0,620
F446	5	11	12	0,405	2	5	6	0,411	5	9	10	0,404	1	3	9	0,465
F467	6	8	11	0,399	1	6	12	0,404	2	5	6	0,396	5	8	11	0,457
F486	1	4	17	0,395	8	9	18	0,399	4	9	10	0,383	3	11	18	0,449
F680	13	15	18	0,342	8	9	14	0,338	1	11	19	0,321	1	2	10	0,346
F853	4	7	16	0,276	3	4	7	0,241	2	3	12	0,243	8	9	18	0,250

Tabla 3 Comparativa de rangos para grupos concordantes de orden 3 de las distintas titulaciones del curso 2008-2009

Como se puede ver las ternas más fuertes para cada una de las tres titulaciones, es débil para alguna de las otras. Por ejemplo para ST la terna con mayor W_c es la F1: 1-2-10 (0,659), pero en cambio para TL solamente obtiene una $W_c=0,346$ con un rango $F=680$.

Como era de esperar la terna de rango 1 del grupo TOT (1-2-9 (0,639)), es la única que obtiene valores de W_c relativamente fuertes en las 3 titulaciones (entre 0,597 y 0,733), y por tanto si nos quedamos con una estructura de ternas sería la que se debe estudiar con mayor detenimiento.

Veamos las gráficas asociadas a esta terna dominante del curso 2008-2009 que nos permitirán identificar la nota promedio y el rango que corresponde a cada práctica de la terna para cada titulación (Figura 9).

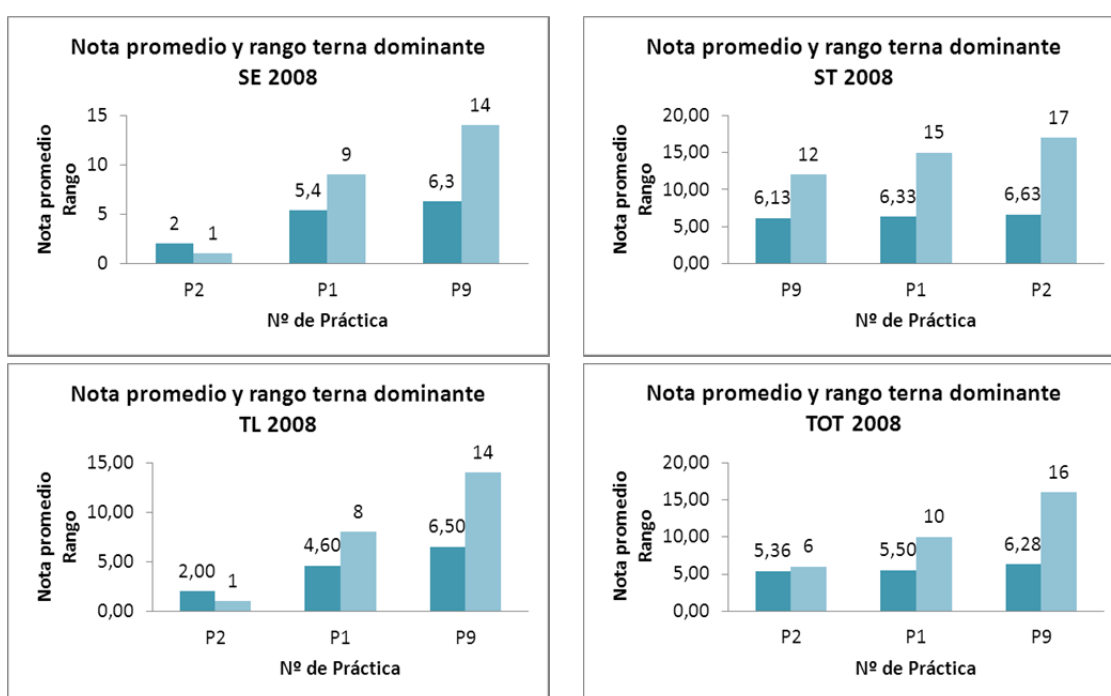


Figura 9 Notas promedio y rangos de las prácticas que forman la terna dominante del curso 2008-2009 para cada titulación.

Que el coeficiente de correlación mayor sea el de terna 1-2-9, en el grupo formado por la totalidad de alumnos, nos indica que hay un grado fuerte de acuerdo entre ellos para clasificar en el mismo orden, de más difícil a más fácil, las 3 prácticas que lo forman.

Que la clasificación de la práctica 2 y 9 esté invertida en la titulación de ST respecto a las otras es poco significativo, dado que en ese grupo la diferencia de nota media entre las tres prácticas es muy pequeña (entre 6,13 y 6,63) y por tanto, aunque el grupo ST sea el más numeroso, la clasificación final será muy influenciada por los alumnos de SE y TL aunque sean menos. Observar que en ST toda la terna está situada en los rangos de prácticas "fáciles" (Rango > 9).

La terna dominante quedaría ordenada de menor a mayor rango como: 2-1-9.

De todo ello podemos decir:

- Si queremos sacar conclusiones del grupo completo de alumnos para orden 3 (ternas), está claro que tendremos que analizar los contenidos formativos de las 3 prácticas (estructura de la memoria, dificultades asociadas, etc.) y un conjunto de expertos (profesores de la materia, pedagogos,...) debería extraer una serie de directrices sobre que se debe de tener en especial consideración a la hora de elaborar una práctica de medidas. Especialmente identificando las dificultades de la práctica 2 y las virtudes de la práctica 9.
- Si analizamos la mejor terna de cada titulación, podemos ver que el valor W_c que obtienen comparado con el mejor valor obtenido en el grupo TOT ($W_c=0,639$) es distinto en función de cada titulación. En el caso de ST es muy similar ($W_c=0,659$), pero en SE ($W_c=0,857$) y TL ($W_c=0,941$) es significativamente más alto. La diferencia, en estos grupos, entre el valor obtenido de W_c de su mejor terna y el que obtiene la terna dominante (1-2-9) del grupo completo, aunque siga mostrando un buen nivel de acuerdo, es importante. En SE pasamos de $W_c=0,857$ a $W_c=0,733$ y en TL pasamos de $W_c=0,941$ a $W_c=0,652$. Lo que nos indicaría que los alumnos de cada titulación, durante este curso, han tenido un comportamiento distinto en cuanto la obtención de resultados en las prácticas.

Características de las prácticas que forman la terna dominante 2-1-9:

Si extraemos del capítulo 1, la descripción que se hizo de las tres prácticas obtenemos la siguiente tabla:

	Mesa 2	Mesa 1	Mesa 9
Título	Ondas acústicas de baja frecuencia	LED's y Colorimetría	Medidas sobre amplificadores
Conceptos teóricos Nuevos	Los que empiezan esta práctica a principio de curso, si que la mayoría de conceptos son nuevos, los que lo hacen al final solo algunos. En el mismo curso de 3 ^º hay otras asignaturas como propagación electromagnética, que tratan algunos (pero SE no, ellos lo estudiarán en 4 ^º). Si que es la primera vez para todos que estudian propagación de ondas acústicas en guías y filtrado acústico.	El elemento bajo estudio son los LEDs, utilizados y conocidos en su función básica de indicador o señalizador luminoso, por todos los alumnos y también como componente de comunicación óptica. Pero la práctica los estudia aplicando las teorías de colorimetría y como elemento para iluminar, y los conceptos utilizados en esta parte sí que son totalmente nuevos para ellos.	En esta práctica la totalidad de los conceptos teóricos son conocidos de asignaturas anteriores. Si que es cierto que alguno de ellos no se aplicaba a los amplificadores de audio, objeto de esta práctica.
Dificultad de los conceptos teóricos	Los conceptos relacionados con la propagación de ondas siempre son difíciles de asimilar para la mayoría de alumnos, es uno de los temas más reiterativo en las consultas de los alumnos. También es cierto que aparece en varias prácticas.	Son conceptos relativamente sencillos de asimilar.	Son claros y de fácil asimilación. El tema con el que más dificultad tienen la mayoría de alumnos son las unidades, y en esta práctica es un tema básico. Se han de expresar los resultados tanto en unidades lineales como logarítmicas. En los exámenes se es exigente con los errores en las unidades (que es un tema común en muchas de las prácticas).
Equipos (instrumentación, software,...) nuevos	Hay una parte de la instrumentación (placas de adquisición y de generación de señal) que está gobernada por un software ejecutado en un PC, el LabView.	Las fuentes de alimentación son conocidas, el analizador de espectros óptico y la esfera integradora son nuevos para ellos, se controla con un	El generador de audio y el osciloscopio es conocido, el analizador de audio i el registrador de gráficas son nuevos, aunque en el caso del analizador buena

	Mesa 2	Mesa 1	Mesa 9
	Para la mayoría el entorno LabView es nuevo, pero en esta práctica no deben programar nada, solamente utilizar una aplicación ya hecha. El resto es un "mecano" que hay que montar en función de la parte a realizar. Como concepto genérico de "placas de adquisición y generación de señal" no hay equipos nuevos, aunque estos en concreto no las hayan utilizado antes.	software que se ejecuta desde un PC.	parte de sus funciones las han realizado anteriormente con otros instrumentos (polímetro u osciloscopia). El distorsímetro realiza un subconjunto de medidas que ya hacía el analizador de audio, pero al ser un equipo más antiguo el proceso es más manual, laborioso y también más didáctico, por eso hemos mantenido el equipo hasta este curso.
Dificultad uso equipos	La configuración de la medida requiere montajes diferentes para cada parámetro a medir, pero el hecho de que sea un programa específico para ello simplifica bastante las cosas.	Poco, hay que entender los menús del programa y ajustar algunos parámetros. Las configuraciones de medida están fijadas y no tienen dificultad significativa.	No son equipos sofisticados, diría que su dificultad de uso está por debajo de la media a excepción de los ajustes del registrador que requiere claridad de ideas con las unidades que se utilizan y habilidad para calibrar de forma correcta las gráficas. El proceso de calibración es laborioso.
Interpretación y justificación de resultados	Si que tiene cierta dificultad, dado que los resultados de las mediciones acústicas pueden tener diferencias significativas respecto a las electromagnéticas, especialmente con respecto a los filtros. Sin embargo la profundidad de explicación que se exige es bastante razonable.	Al ser conceptos nuevos parecería que podría ser dificultoso, pero dado que los conceptos son bastante comprensibles (al menos hasta donde pretende llegar la práctica) los alumnos no tienen mucho problema en interpretar o justificar los resultados que obtienen de las medidas.	Los resultados son valores y gráficas. La interpretación es bastante directa, sin necesidad de razonamientos enrevesados. Quizás hay pocos valores de referencia o normativos en la memoria y esto lleva a justificaciones un tanto subjetivas.
Estructura conceptual	Introducción genérica sobre los diferentes conceptos que se tratan y posterior explicación más detallada. Descripción de los componentes (mecano) que forman las diferentes configuraciones a medir y del software. Descripción de las medidas a realizar.	Primero se hace una introducción genérica sobre los LEDs y sus principios básicos de funcionamiento. Se concretan y describen los parámetros fundamentales y los tipos. Se introducen las teorías de colorimetría (para ellos nuevas) Se proponen los parámetros a medir. Se hace una descripción de los equipos de medida. Se describen en detalle las medidas a realizar. Paralelamente se hacen las observaciones pertinentes para que puedan interpretar resultados.	Se describen directamente el funcionamiento de la instrumentación a utilizar: El distorsímetro y el analizador de audio. A medida que se avanza en la descripción se propone la realización de medidas concretas. Finalmente se describe como obtener gráficas calibradas con el registrador (no es trivial), y se proponen un conjunto de medidas a realizar más completas. Se dejan reflexiones o preguntas abiertas.
Investigan /Aplican (valoración sobre 100)	30	10	25
Nº hojas de la memoria	42	33	18

Tabla 4 Descripción de las prácticas que forman la terna dominante (2-1-9) del curso 2008-2009

Sin recurrir a un comité de expertos mixtos de diferentes disciplinas, nos atrevemos a hacer algunas observaciones:

- Los conceptos de la práctica 2 son básicamente nuevos y a criterio de los profesores, los alumnos suelen tener dificultades en asimilarlos, siendo de los que mayor volumen de consultas generan, aunque están presentes en distintas prácticas. En cambio la práctica 9 trabaja con conceptos conocidos y se considera que son claros y de fácil

asimilación. La mesa 1 aunque sean conceptos nuevos, se califican como relativamente sencillos de asimilar.

- Desde el punto de vista de los equipos y su dificultad de uso, la práctica 2 trabaja con una plataforma de software nueva, aunque el hecho de no tener que programarla simplifica las cosas. Hay que montar y desmontar distintos componentes en función de las medidas pero son procedimientos sencillos. En la práctica 9 la mayoría de las funciones que realizan los equipos las han realizado con otros equipos, aunque en este caso están integradas en un solo equipo llamado analizador de audio, solamente son nuevos para ellos los registradores gráficos que pueden ser fastidiosos de ajustar pero no son equipos sofisticados.
- En cuanto a la interpretación y justificación de resultados, se reconoce cierta dificultad para la práctica 2 y en cambio una interpretación bastante directa para la 9 y para la 1 también es bastante asequible.
- La estructura conceptual de la práctica 2 es la tradicional: Introducción general, explicación de los conceptos, descripción de los componentes y configuraciones de medida y finalmente las medidas a realizar. En la práctica 9 se describe directamente la instrumentación a utilizar (dado que los conceptos son conocidos), a medida que se avanza en la descripción de los equipos se proponen medidas concretas a realizar y se explican los detalles de configuración y ajustes, dejando preguntas abiertas para la reflexión. La práctica 1 se parece, en este aspecto a la 2, aunque con mayor nivel de detalle en la teoría de colorimetría y parámetros propios del tema.
- La componente de investigación (toma de decisiones) sobre la de aplicación (proceso sistemático) es algo más alta en la 2 que en la 9.
- Hay una proporción directa entre la extensión de la memoria y la dificultad de la misma.

De estas observaciones podemos deducir en este caso, que parece que lo que ha tenido más peso para que los alumnos consideren la práctica 2 más difícil que la 1 y que la 9, es la dificultad de los conceptos, además de ser nuevos, junto con la mayor dificultad en la interpretación y justificación de resultados. También parece ayudar una estructura conceptual que vaya realizando medidas en paralelo a las explicaciones de los conceptos. Hay además correlación con la dificultad y una mayor investigación sobre aplicación y también con el número de páginas, esto último, aunque la primera intención sería decir que es poco relevante, creo que sería digno de un estudio más detenido.

Interpretación del mapa de concordancia de la titulación de ST del curso 2008-2009

Escogemos la titulación de sistemas de telecomunicación por ser la que tiene más alumnos y una dimensión del mapa más abordable (si no bajamos mucho el valor frontera), con las herramientas de que disponemos actualmente.

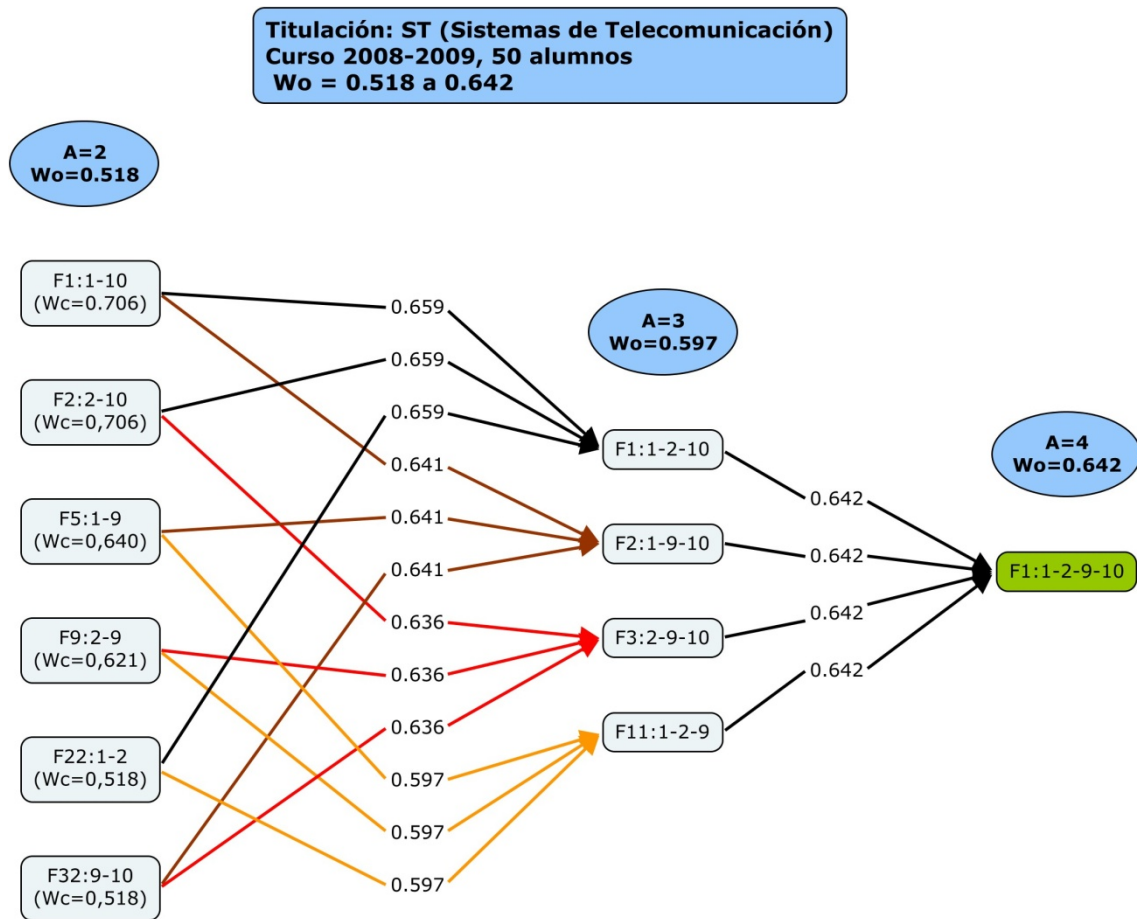


Figura 10 Mapa de concordancia de la titulación ST del curso 2008-2009.

El mapa (Figura 10) presenta una estratificación suave, sin cruces demasiado abruptos. Al pasar de un orden al siguiente añadiendo una nueva práctica, no se observa ninguna práctica que destaque por hecho de producir una disrupción importante en el valor de W_c . Para tener un orden de magnitud sobre las dimensiones que podría tener el mapa en caso de mostrar todos los posibles conjuntos concordantes, solamente es necesario recordar que en el orden 2 tendría 171 conjuntos, en el orden 3, 969 y en el orden 4 llegaríamos a los 3876. Al fijar los valores frontera hemos limitado al mapa a un rango como mucho de 32, y se seleccionan solamente los conjuntos que intervienen para generar los conjuntos con rangos mayores.

Si nos fijamos en el camino de mayor acuerdo empezando por el orden 2 (Figura 11), vemos que partiendo de $F1:1-10(W_c=0,706)$ pasamos a orden 3 añadiendo la práctica 2 o la práctica 9, formando las ternas $F1:1-2-10(W_c=0,659)$ y $F2:1-9-10(W_c=0,641)$ generando, cualquiera de las dos, el grupo concordante más fuerte del orden 4 y que en este caso es el último que consideramos, dado el valor frontera que se ha establecido. Vemos que partiendo de un valor de $W_c=0,706$ pasamos al siguiente orden con 0,659 o 0,641 y al último con 0,642, valores todos ellos muy cercanos y con rangos privilegiados (entre 1 y 2).

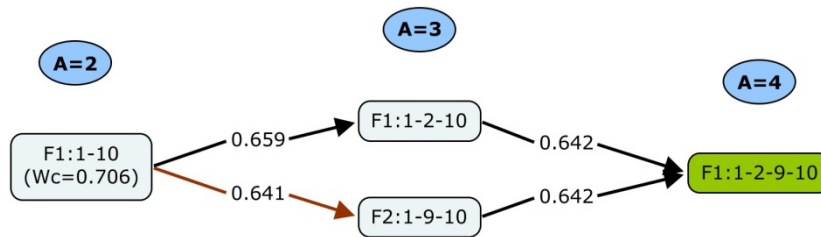


Figura 11 Camino de mayor acuerdo. Mapa de concordancia parcial de la titulación ST curso 2008-2009.

Si quisiéramos descubrir prácticas que producen interrupciones o cambios de estrato significativos, deberíamos buscar en los ficheros de datos, dado que en los mapas “normales” no mostramos los conjuntos concordantes con Wc bajos o por debajo de la Wo que se defina para un orden dado. En todo caso podemos construir un mapa parcial que ponga de manifiesto estas posibles interrupciones en un camino determinado.

Si seguimos con el mismo camino podemos construir el siguiente mapa parcial (Figura 12):

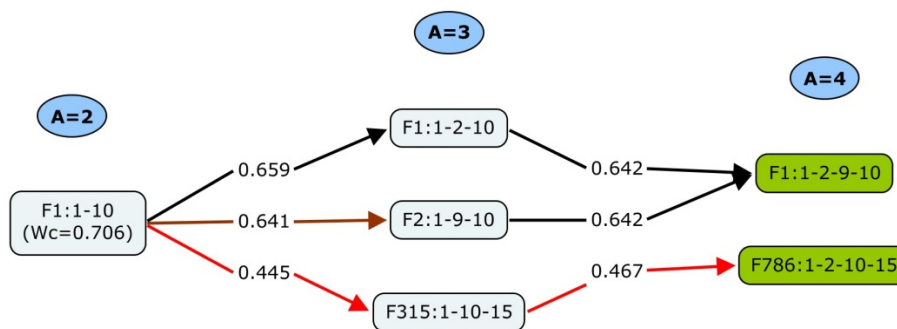


Figura 12 Identificación de práctica disruptiva. Mapa de concordancia parcial de la titulación ST curso 2008-2009

En este mapa hemos puesto de relieve que partiendo del orden 2, con las prácticas 1 y 10, si añadimos la 2 o la 9 nos mantenemos en el mismo estrato (no hay variación brusca de Wc ni saltos importantes de rango) en el orden 3. En cambio si añadimos a esas mismas prácticas la 15, si que se produce un salto significativo de rango (del 2 al 315) y de Wc que baja al valor de 0,445 y que por tanto podemos considerar que se produce un cambio a un estrato inferior en el mapa. Observamos además que el mejor rango que conseguimos en el orden 4, partiendo de esta terna de prácticas (1-10-15) es el 786, con el grupo concordante 1-2-10-15 que obtiene un Wc=0,467).

Un estudio interesante, a partir de lo que ha puesto de relevancia la metodología de mapas de concordancia, sería analizar el motivo que produce que el añadir la práctica 15 perjudique el acuerdo de forma significativa. Diríamos que en este caso la práctica 15 es discordante o disruptiva.

Como se ha dicho anteriormente este análisis correspondería a un grupo de expertos de las disciplinas implicadas.

Si tuviéramos que hacer una hipótesis al respecto, apuntaríamos al hecho que la práctica 15, además de ser una práctica larga y que globalmente los profesores clasificaríamos dentro del grupo de las difíciles, los alumnos parten con distintas situaciones. Para la titulación de sistemas de telecomunicación, que es la que estamos analizando en este momento, existe una

asignatura optativa en 2º curso llamada *computadores*. Los alumnos que hayan realizado esta asignatura tendrán unos conocimientos importantes sobre el tema de la práctica que les facilitará de forma significativa su realización respecto a los que no la hayan realizado. Por tanto sería de esperar que la tendencia sea que obtengan resultados distintos.

Otros gráficos útiles para el análisis

Si representamos unas gráficas donde el eje horizontal corresponda a las mesas de prácticas y el vertical a las notas que obtiene cada alumno en las prácticas de las que se ha examinado, obtendremos una línea para cada individuo que ilustrará su trayectoria de puntuaciones en las prácticas del curso.

Si realizamos estos gráficos para el conjunto completo de prácticas, aparecerá una maraña de líneas con muchísimos cruzamientos entre ellas. Hemos escogido para ilustrar-lo la titulación de telemática del curso 2008-2009 (Figura 13).

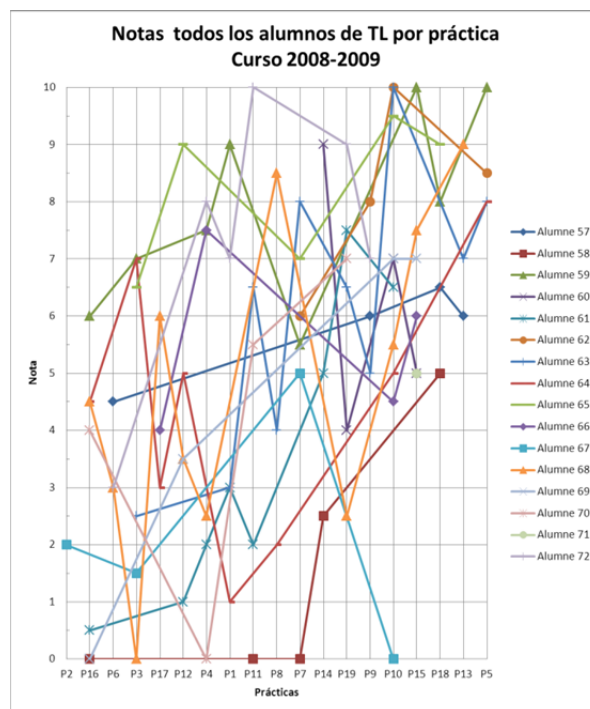


Figura 13 Notas de los alumnos de TL por cada práctica. Curso 2008-2009.

Si hacemos este mismo tipo de gráfico para un grupo de prácticas que pertenezca a un conjunto concordante fuerte, las líneas deberían tener muchos menos cruzamientos. Siguiendo con la misma titulación y curso, compararemos las gráficas que obtienen el conjunto concordante esqueleto de la titulación (orden 11 con un $W_c=0,726$) y por tanto con nivel de acuerdo fuerte, con un conjunto del mismo orden pero con un débil nivel de acuerdo ($W_c=0,267$). Se muestra en la Figura 14.

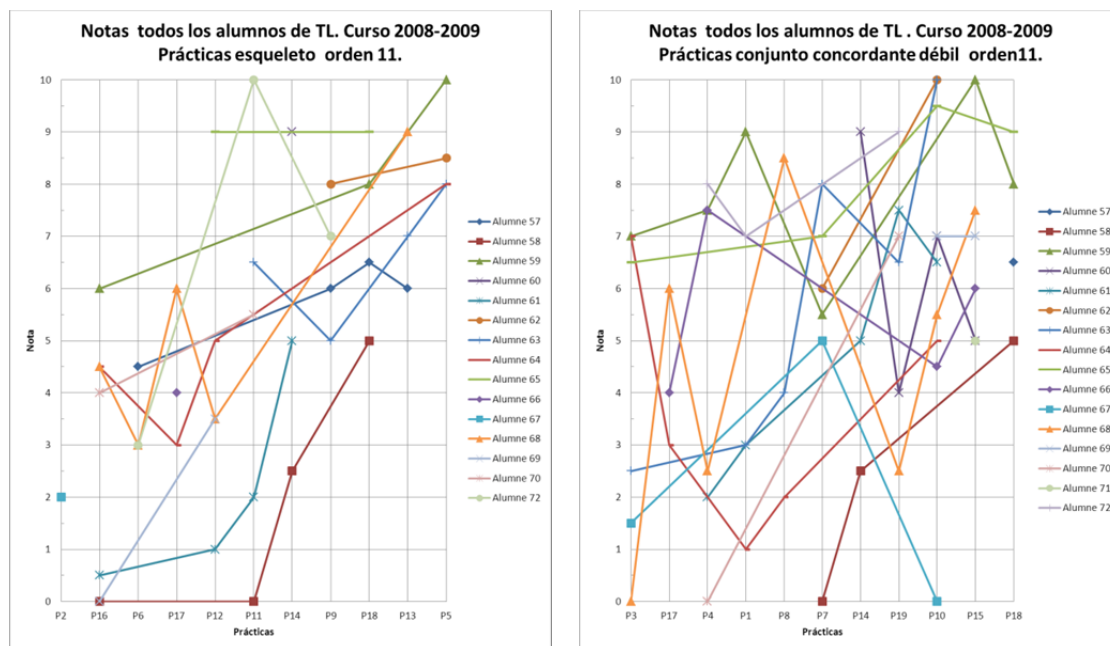


Figura 14 Comparativa de gráficas entre notas de prácticas que pertenecen al conjunto concordante más fuerte (izquierda) y el más débil (derecha). Los dos de orden 11 de la titulación ST y curso 2008-2009.

La comparativa pone de relevancia lo que ya se ha dicho. El conjunto concordante más fuerte aparece más “ordenado”, con muchos menos cruzamientos en las trayectorias de las líneas de notas de cada alumno. En el conjunto concordante débil, con el mismo número de prácticas, sigue pareciendo una maraña de líneas.

5.2.2. Análisis de los mapas de concordancia del curso 2009-2010

Haremos un análisis análogo al que hemos hecho para el curso anterior.

Realizamos una tabla con las primeras observaciones:

Grupo	Nº Alumnos	Orden máx.	Wo Orden máx.	Prácticas grupo concordante más fuerte (F1) de orden máx.
SE	19	13	0,704	1-2-4-5-7-8-9-13-14-16-17-18-19
ST	37	4	0,701	1-2-8-18
TL	19	13	0,778	1-2-4-5-6-8-9-11-13-14-16-17-19
TOT	75	3	0,702	1-2-16

Tabla 5 Parámetros básicos de los mapas conceptuales de cada titulación del curso 2009-2010

Se ratifica que como mayor es el número de alumnos más difícil es conseguir órdenes mayores, por tanto los mapas más extensos corresponden a grupos con menos alumnos. En este curso, como en el anterior, serán los SE y TL con 19 alumnos cada uno y orden 13.

Mostramos también los gráficos de barras correspondientes al curso 2009-2010, con las notas ordenadas de menor a mayor para cada grupo:

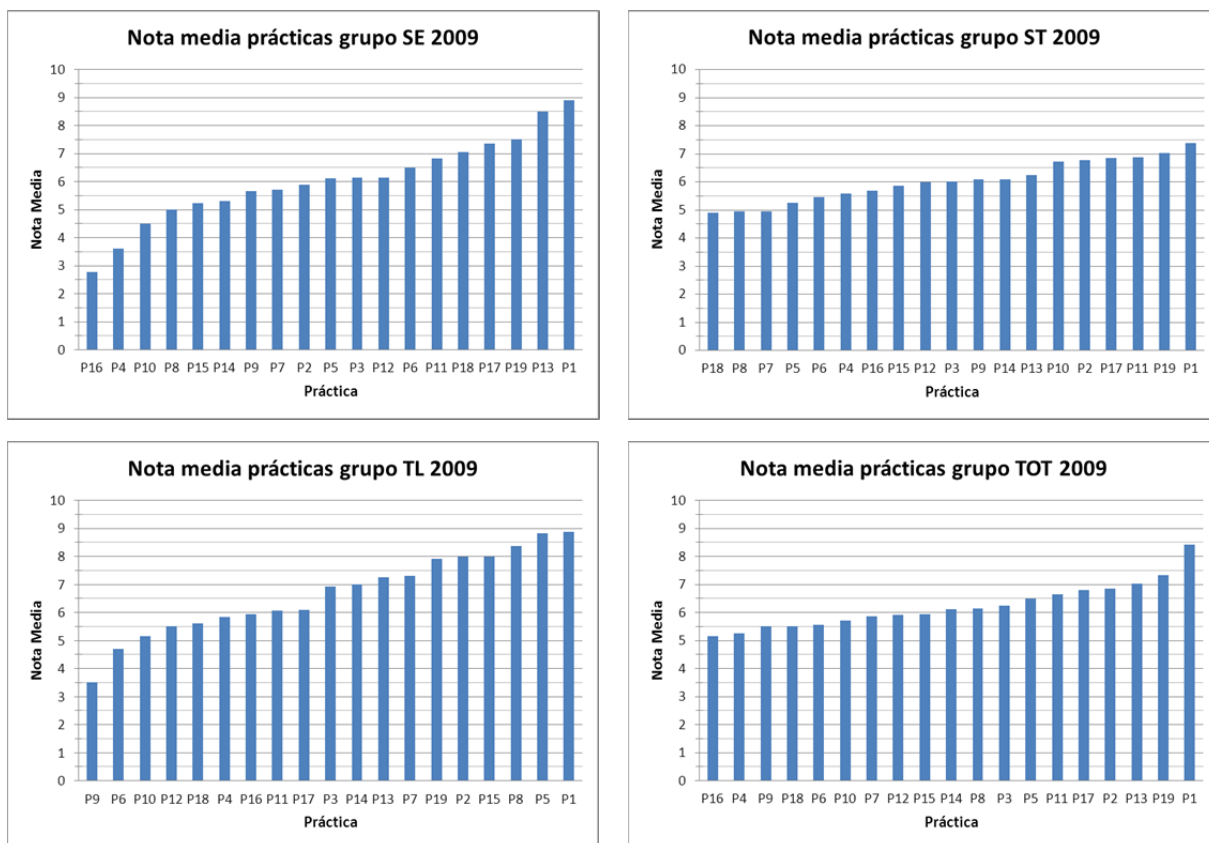


Figura 15 Gráficos de barras de las notas medias de las prácticas para cada titulación, ordenadas de menor a mayor nota, del curso 2009-2010

De nuevo los gráficos de barras de las notas medias de las prácticas, ordenadas de menor a mayor, para cada titulación (Figura 15), nos permiten asignar un rango promedio de grupo para cada práctica, tal y como queda reflejado en la Tabla 6.

Rango	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SE	P16	P4	P10	P8	P15	P14	P9	P7	P2	P5	P3	P12	P6	P11	P18	P17	P19	P13	P1
ST	P18	P8	P7	P5	P6	P4	P16	P15	P12	P3	P9	P14	P13	P10	P2	P17	P11	P19	P1
TL	P9	P6	P10	P12	P18	P4	P16	P11	P17	P3	P14	P13	P7	P19	P2	P15	P8	P5	P1
TOT	P16	P4	P9	P18	P6	P10	P7	P12	P15	P14	P8	P3	P5	P11	P17	P2	P13	P19	P1

Tabla 6 Rangos obtenidos por cada práctica para cada titulación del curso 2009-2010

Realizando el mismo ejercicio que para los datos del curso anterior, simplificamos y consideramos los rangos de 1 a 9 como prácticas “difíciles” y los rangos de 10 a 19 como “fáciles”. En este caso se identifican 2 prácticas como difíciles en los cuatro grupos y 4 como fáciles. Ordenando de difícil a fácil y tomando como referencia el grupo TOT (el de la totalidad de los alumnos), obtenemos:

- Difíciles: P16-P4
- Fáciles: P3-P13-P19-P1

Si excluimos el grupo TOT, dejando las titulaciones originales obtenemos la misma agrupación de prácticas.

Comparación de grupos concordantes del mismo orden. Caso de ternas.

Para comparar los cuatro grupos escogemos el orden 3 por imposición del grupo TOT, dado que órdenes superiores no llegan al valor frontera en ese grupo.

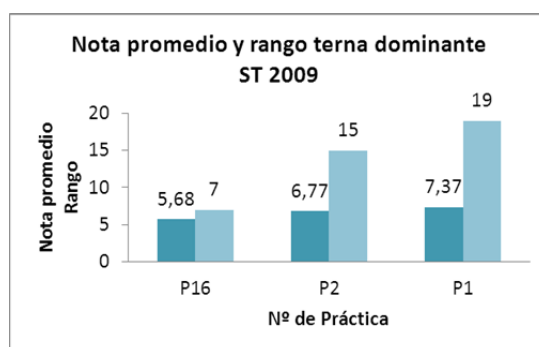
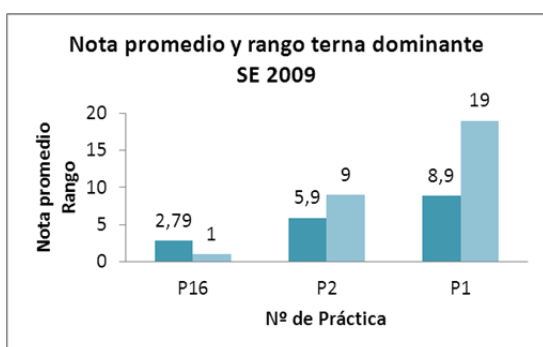
Como será necesario investigar rangos elevados, no será suficiente con consultar los mapas de concordancia impresos y deberemos consultar de nuevo los ficheros de datos que se generaron en su momento. La tabla comparativa de rangos, para los grupos concordantes de orden 3 que se obtiene de las distintas titulaciones, se muestra a continuación.

Comparativa de rangos de orden 3 curso 2009-2010																
Rango	TOT				ST				SE				TL			
	Prácticas			Wc	Prácticas			Wc	Prácticas			Wc	Prácticas			Wc
F1	1	2	16	0,702	1	10	18	0,795	13	16	19	0,924	1	6	14	0,950
F2	1	2	9	0,684	1	2	18	0,790	1	2	16	0,906	1	9	14	0,950
F37	1	10	18	0,594	1	5	7	0,632	8	13	17	0,850	6	16	19	0,873
F44	1	6	14	0,583	7	9	17	0,617	1	5	16	0,840	5	6	14	0,867
F65	1	4	16	0,566	5	8	19	0,581	1	6	14	0,801	4	9	19	0,850
F74	1	13	14	0,558	1	2	16	0,573	1	8	11	0,801	9	13	15	0,850
F111	13	16	19	0,515	8	11	19	0,549	4	16	19	0,773	6	14	19	0,805
F133	4	18	19	0,484	5	10	19	0,537	6	13	14	0,747	1	2	16	0,792
F146	1	5	12	0,472	5	11	19	0,534	1	10	18	0,721	1	11	15	0,773
F173	1	5	13	0,441	1	6	14	0,519	5	13	19	0,701	4	9	14	0,756
F278	5	7	19	0,346	5	12	17	0,475	12	16	17	0,601	13	16	19	0,703
F296	6	11	12	0,330	13	16	19	0,469	4	9	11	0,584	2	4	16	0,695
F305	13	17	18	0,326	10	11	18	0,464	7	10	17	0,583	1	10	18	0,684

Tabla 7 Comparativa de rangos para grupos concordantes de orden 3 de las distintas titulaciones del curso 2009-2010.

De forma similar al curso anterior, la terna más fuerte del grupo TOT se mantiene relativamente fuerte en las tres titulaciones (Wc de 0,573 a 0,906), de hecho es en los tres casos la segunda más fuerte entre las ternas de rango 1 (F1) de cada titulación. Estudiaremos con más detenimiento esta terna dominante formada por la prácticas 1,2 y 16.

Se muestra a continuación las gráficas asociadas a la terna dominante con objeto de identificar la nota promedio y el rango correspondiente a cada una de las prácticas que forman la terna para cada una de las titulaciones.



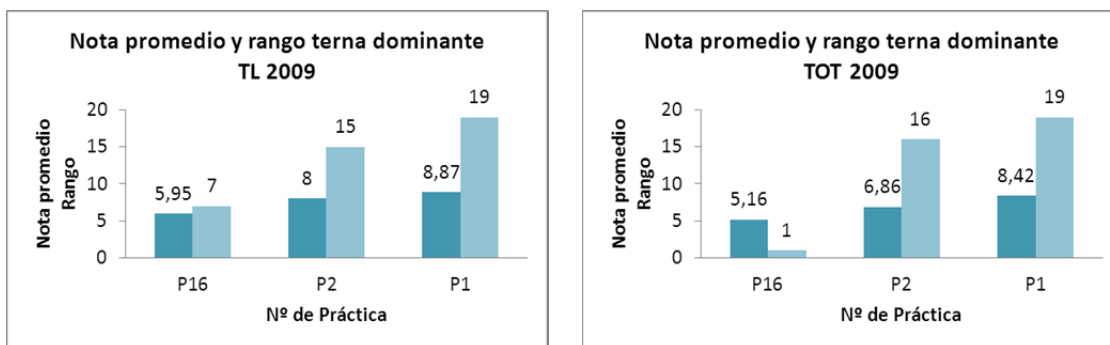


Figura 16 Notas promedio y rangos de las prácticas que forman la terna dominante del curso 2009-2010 para cada titulación.

En este curso tenemos unanimidad en cuanto a la clasificación de las prácticas que forman la terna dominante, por parte de todas las titulaciones. Todos los grupos consideran que la práctica 16 es más difícil que la práctica 2 y que ésta lo es más que la 1.

Por tanto la terna dominante queda ordenada de menor a mayor rango o de mayor a menor dificultad (entendiendo que estamos asociando dificultad al promedio de notas obtenido en una determinada práctica, a mayor nota menor dificultad), de la siguiente forma: 16-2-1.

Algunas observaciones:

- Además de la unanimidad en el orden de clasificación, se destaca el hecho de que la práctica 1 queda, en los cuatro grupos, clasificada como la de menor dificultad absoluta de entre el total de las 19 prácticas.
- La práctica 16, en cambio, obtiene rangos de clasificación distintos. Queda como la de mayor dificultad absoluta (rango = 1) en los grupos SE y TOT, y en la posición 7 en los grupos ST y TL, aunque la nota media que obtiene en esos grupos es muy parecida (5,68 y 5,95) y se aparta poco de la que obtiene en el grupo TOT (5,16).
- La nota media de la práctica 16 en la titulación SE sorprende por su bajo valor (2,79) respecto a los otros tres grupos. Si vamos a buscar las notas originales en el fichero de datos veremos que de esa práctica se examinaron 7 de los 19 alumnos posibles de la titulación SE, de los cuales 3 obtuvieron un 0. Entraríamos aquí de nuevo en la discusión de si estos tres ceros los deberíamos considerar una "contaminación" y por tanto no tenerlos en cuenta, por suponer que los alumnos, en esta ocasión, no se prepararon en absoluto dicha práctica y fueron a probar suerte a ver si les preguntaban otras. Si calculamos la media de notas sin considerar los mencionados ceros, obtendríamos un valor de 4,88, mucho más cercano al obtenido en las demás titulaciones.
- En las tres titulaciones, incluso en el grupo TOT que agrupa todos los alumnos, se obtiene un nivel de acuerdo bastante fuerte, especialmente en SE y TL que llegamos a $W_c=0,924$ y $0,950$ respectivamente, para sus mejores ternas. Pero en cada titulación son ternas distintas.

- De nuevo observamos algunas diferencias significativas entre titulaciones. Por ejemplo, la mejor terna para el grupo SE es la 13-16-9 con $W_c=0,924$. Esta misma terna en el grupo TL obtiene una $W_c=0,703$ y en el grupo ST tan solo una $W_c=0,469$.

Vamos a centrarnos en la terna dominante de este curso.

Características de las prácticas que forman la terna dominante 16-2-1:

Para facilitar la comparativa entre las prácticas, reproducimos de nuevo parte de la tabla del capítulo uno que contiene la descripción de los parámetros principales de las tres implicadas:

	Mesa 16	Mesa 2	Mesa 1
Título	Compatibilidad Electromagnética	Ondas acústicas de baja frecuencia	LED's y Colorimetría
Conceptos teóricos Nuevos	Hay una buena parte de conceptos nuevos. También hay conceptos conocidos, pero hay que relacionarlos y aplicarlos desde un punto de vista distinto al que han hecho en otras asignaturas. Además la cantidad de conceptos a relacionar para interpretar adecuadamente los resultados es importante.	Los que empiezan esta práctica a principio de curso, si que la mayoría de conceptos son nuevos, los que lo hacen al final solo algunos. En el mismo curso de 3 ^º hay otras asignaturas como propagación electromagnética, que tratan algunos (pero en SE no, ellos lo estudiarán en 4 ^º). Si que es la primera vez para todos que estudian propagación de ondas acústicas en guías y filtros.	El elemento bajo estudio son los LEDs, utilizados y conocidos en su función básica de indicador o señalizador luminoso, por todos los alumnos y también como componente de comunicación óptica. Pero la práctica los estudia aplicando las teorías de colorimetría y como elemento para iluminar, y los conceptos utilizados en esta parte sí que son totalmente nuevos para ellos.
Dificultad de los conceptos teóricos	Individualmente la mayoría de los conceptos son relativamente sencillos, aunque alguno de ellos sea más complejo. No se exige un nivel de profundidad elevado, más bien una interpretación más descriptiva/intuitiva que matemática. La dificultad la encuentran especialmente en tener que interpretar diferentes elementos para poder llegar a una conclusión.	Los conceptos relacionados con la propagación de ondas siempre son difíciles de asimilar para la mayoría de alumnos, es uno de los temas más reiterativo en las consultas de los alumnos. También es cierto que aparece en varias prácticas.	Son conceptos relativamente sencillos de asimilar.
Equipos (instrumentación, software,...) nuevos	La LISN y el receptor de EMI es un equipo nuevo y exclusivo de esta práctica.	Hay una parte de la instrumentación (placas de adquisición y de generación de señal) que está gobernada por un software ejecutado en un PC, el LabView. Para la mayoría el entorno LabView es nuevo, pero en esta práctica no deben programar nada, solamente utilizar una aplicación ya hecha. El resto es un "mecano" que hay que montar en función de la parte a realizar. Como concepto genérico de "placas de adquisición y generación de señal" no hay equipos nuevos, aunque estos en concreto no las hayan utilizado antes.	Las fuentes de alimentación son conocidas, el analizador de espectros óptico y la esfera integradora son nuevos para ellos, se controla con un software que se ejecuta desde un PC.
Dificultad uso equipos	Una vez consiguen familiarizarse con ellos presentan pocos problemas, pero inicialmente se pueden catalogar de equipos sofisticados para conseguir una correcta utilización. La configuración para esta práctica, dado	La configuración de la medida requiere montajes diferentes para cada parámetro a medir, pero el hecho de que sea un programa específico para ello simplifica bastante las cosas.	Poco, hay que entender los menús del programa y ajustar algunos parámetros. Las configuraciones de medida están fijadas y no tienen dificultad significativa.

	Mesa 16	Mesa 2	Mesa 1
	que medimos ruido y señales pequeñas, tiene una dificultad añadida.		
Interpretación y justificación de resultados	Dada la dificultad de relacionar conceptos y aplicar normativa en función de la configuración y escenario de medida, podemos decir que efectivamente tiene una dificultad un poco más alta que la mayoría de las prácticas.	Si que tiene cierta dificultad, dado que los resultados de las mediciones acústicas pueden tener diferencias significativas respecto a las electromagnéticas, especialmente con respecto a los filtros. Sin embargo la profundidad de explicación que se exige es bastante razonable.	Al ser conceptos nuevos parecería que podría ser dificultoso, pero dado que los conceptos son bastante comprensibles (al menos hasta donde pretende llegar la práctica) los alumnos no tienen mucho problema en interpretar o justificar los resultados que obtienen de las medidas.
Estructura conceptual	Dado que es un tema nuevo, se empieza por una introducción bastante genérica a la EMC y la terminología propia de esta disciplina. Se identifican los objetivos de la práctica y se destaca la importancia de las normativas. Se sigue bajando a nivel de descripción de los equipos a emplear detallando las características más importantes para realizar las medidas. Se hace hincapié en las unidades de medida que se manejan, que en esta práctica son bastantes, tanto lineales como logarítmicas. A partir de este punto se explican cada uno de los conceptos teóricos que intervienen en las medidas, el funcionamiento de los equipos sobre los que vamos a medir y de forma detallada las configuraciones para la realización de cada una de las medidas. En algunos casos se muestran imágenes de los resultados esperables.	Introducción genérica sobre los diferentes conceptos que se tratan y posterior explicación más detallada. Descripción de los componentes (mecano) que forman las diferentes configuraciones a medir y del software. Descripción de las medidas a realizar.	Primero se hace una introducción genérica sobre los LEDs y sus principios básicos de funcionamiento. Se concretan y describen los parámetros fundamentales y los tipos. Se introducen las teorías de colorimetría (para ellos nuevas) Se proponen los parámetros a medir. Se hace una descripción de los equipos de medida. Se describen en detalle las medidas a realizar. Paralelamente se hacen las observaciones pertinentes para que puedan interpretar resultados.
Investigan /Aplican (valoración sobre 100)	30	30	10
Nº hojas de la memoria	54	42	33

Tabla 8 Descripción de las prácticas que forman la terna dominante (16-2-1) del curso 2009-2010.

Sin cuestionar que llegados a este punto empezaría el trabajo de un comité de expertos multidisciplinario, haremos algunas observaciones centrándonos especialmente en las dos prácticas de los extremos:

- La práctica 16, considerada la más difícil de la terna, trabaja con una buena parte de conceptos nuevos y algunos de los conocidos se aplican de forma distinta a como lo han hecho en las asignaturas anteriores, además es necesario relacionar distintos conceptos para poder interpretar correctamente los resultados. En la práctica 1, considerada como la más fácil, aunque también se trabaja con conceptos nuevos, éstos son relativamente sencillos de asimilar.
- Los equipos utilizados en las dos prácticas son nuevos y buena parte de ellos se utilizan solamente en esas prácticas. La dificultad de uso, en cambio, para la práctica 1 se

califica de poca y con configuraciones de medida fijadas (no hay que decidir, solamente aplicar), y para la práctica 16 se dice que son equipos sofisticados y dado el tipo de señal que se mide, presenta una dificultad añadida.

- Respecto a la interpretación de resultados, en la práctica 16 hay que relacionar conceptos y aplicar normativas en función del escenario de medida, los profesores califican la dificultad como un poco más alta que la mayoría de las prácticas. Para la práctica 1 se dice que a pesar de ser conceptos nuevos, por ser de fácil comprensión, los alumnos no tienen mucho problema en interpretar y justificar los resultados.
- La estructura conceptual de la práctica es similar en los dos casos, pero la variedad de configuraciones de medida de la 16 hace de esta una práctica bastante más larga.
- En la práctica 1 hay poca componente de investigación, se aplica la teoría de forma más sistemática. En la 16 tenemos una componente bastante más alta de investigación.
- La dificultad de la práctica tiene cierta proporcionalidad con su número de páginas.

Como resumen podríamos decir que de nuevo parece tener cierto peso, para que los alumnos obtengan notas más bajas en una práctica, la dificultad y cantidad de los conceptos, así como el tener que relacionarlos para conseguir interpretar y justificar los resultados correctamente.

No parece significativo el hecho de trabajar con equipos nuevos con los que no están familiarizados. Si, en cambio, si son equipos sofisticados, con muchas posibilidades de configuraciones distintas. También parece tener incidencia en los resultados de los alumnos el hecho que la práctica esté diseñada con más componente de investigación que de aplicación así como la extensión de la memoria.

Interpretación del mapa de concordancia de la titulación de ST 2009-2010

Escogemos la titulación de ST por los mismos motivos que lo hicimos en el apartado del curso anterior y para poder comparar dos cursos consecutivos de la misma titulación. Mostramos el mapa de concordancia en la Figura 17.

Con objeto de obtener un mapa de dimensiones aceptables, hemos aplicado criterios similares al mapa de la misma titulación del año anterior (Figura 10). En este caso, aun centrándonos solamente en los grupos concordantes que generan grupos de orden mayores (pasamos de A=2 a A=3) se presentan saltos más abruptos al añadir alguna práctica concreta.

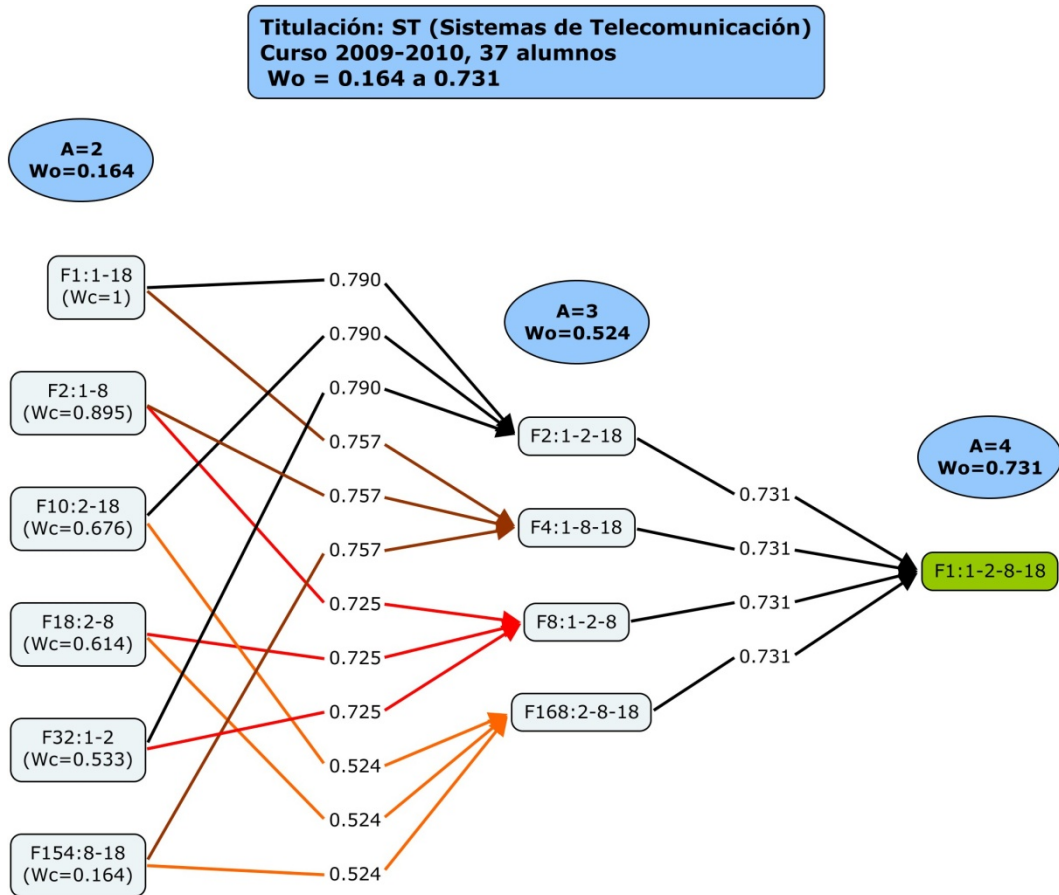


Figura 17 Mapa de concordancia de la titulación ST del curso 2009-2010.

Podemos fijarnos en el camino del estrato más elevado, que mantiene en todo el recorrido un nivel de acuerdo muy alto, lo que significa que al ir añadiendo una nueva práctica para generar el siguiente orden, no se producen disrupciones significativas, como se muestra en el mapa parcial siguiente:

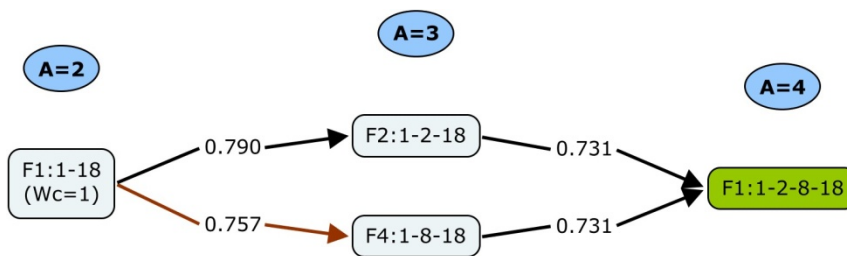


Figura 18 Camino de estrato más elevado. Mapa de concordancia parcial de la titulación ST curso 2009-2010.

Como hemos dicho también se observan saltos abruptos incluso en caminos que parten del mismo grupo concordante y los dos alcanzan el mismo final, en este caso él que consideramos esqueleto o agrupación de mayor orden que cumple el valor frontera. Lo podemos ver en el siguiente mapa parcial de la titulación:

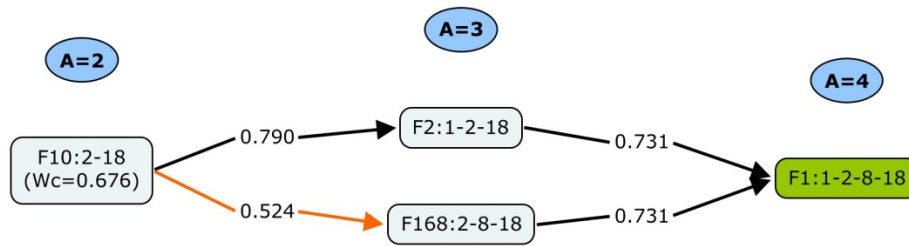


Figura 19 Camino con alternativa abrupta pero que llega igualmente al grupo concordante más fuerte de orden 4. Titulación ST curso 2009-2010.

El salto es significativo tanto si consideramos el valor del coeficiente de concordancia (pasa por $Wc=0,790$ o por $Wc=0,524$), como si consideramos la clasificación que obtienen los grupos de orden 3, en función si añadimos a las dos prácticas iniciales (F10:2-18) la práctica 1 (pasando al 2º puesto) o la práctica 8 (pasando al puesto 168).

Si queremos poner de relieve alguna práctica que produzca una disrupción importante que provoque un cambio a un estrato muy inferior tendremos que buscar en los ficheros que contienen los datos originales.

Lo intentamos con un salto que parta del estrato superior, iniciado con A2,F1:1-18, la práctica que produce un salto más abrupto en este caso (la 3), se mantiene en valores de acuerdo no demasiado bajos ($Wc=0,598$) y ocupa la posición 50 en el orden A=3. Lo mostramos a continuación:

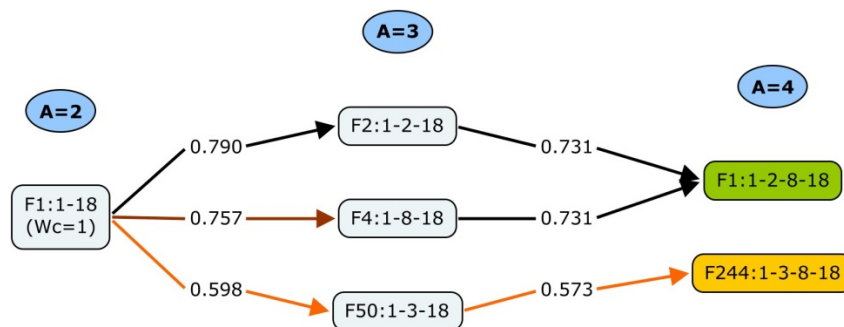


Figura 20 Identificación de práctica disruptiva que produce un cambio de estrato. Mapa de concordancia parcial de la titulación ST curso 2009-2010.

Efectivamente al añadir la práctica 3 se produce un cambio de estrato, dado que el camino que obtiene mejor resultado en el orden 4 a partir de ese punto solamente llega a la clasificación 244 con un acuerdo de $Wc=0,573$.

5.2.3. Observaciones del conjunto de los dos cursos

Como primera impresión, del conjunto de los dos cursos, podemos decir:

- Cuando los profesores califican a los conceptos implicados en la práctica como de más difícil asimilación, efectivamente los alumnos obtienen peores resultados.
- Que los equipos sean nuevos, en el sentido que los alumnos no los han utilizado hasta el momento, no parece significativo, sí que lo es el hecho de que tengan muchas

posibilidades de medida y configuraciones distintas. Seguramente esto tiene relación con la mayor dificultad que se observa para obtener buenos resultados en las prácticas donde se necesita una mayor toma de decisiones (investigación) por parte del alumno, respecto a la aplicación directa (procesos claramente más sistemáticos).

- También hay coincidencia en considerar la interpretación y justificación de resultados como un punto importante. En ocasiones llegar a un resultado de medida puede resultar fácil, simplemente es un proceso sistemático. Interpretar si es o no correcto, a veces simplemente puede tratarse de compararlo con un límite establecido en una normativa, pero hay que justificar si es razonable el valor límite que se estableció en ella. En otras ocasiones no hay normativa y es necesario establecer criterios para determinar si el resultado obtenido es o no bueno para la aplicación que estamos probando. En otros casos, para llegar a la conclusión de que el equipo sobre el que estamos midiendo es o no apto para el mercado a que va destinado, hay que superar distintas medidas, que además pueden estar relacionadas unas con las otras, es decir, que habrá compromisos entre tener un buen resultado en una medida o en otra, por que la mejora de una empeorará la otra.
 - La incidencia que pueda tener la estructura conceptual de la práctica no queda muy clara, aunque diríamos que no es importante. Si que, en este caso de comparación de ternas, hay una relación de proporción de la dificultad (notas) con la extensión de la práctica (número de páginas). Sería interesante un análisis en profundidad para comprobar si esto es debido a una mala redacción o estructura de la memoria, un exceso de volumen de información u otros motivos, dado que hay prácticas como la 15 con 77 páginas, que se mantiene en la zona central de calificaciones, a pesar de que está considerada como compleja y con equipos sofisticados por los profesores. Probablemente haya algún aspecto de especial motivación o interés que haga superar otros hándicaps.
 - La práctica 16 y la 4 forman la intersección de las que están consideradas como difíciles en los dos cursos por todas las titulaciones. Si tomamos el grupo TOT y consideramos solamente las prácticas comunes del primer cuartil también aparecen en primer lugar la 16 y la 4. No hay intersección, sobre las prácticas fáciles. Si vemos las características de la práctica 4 (capítulo 1), comparte con la 16 los aspectos que hemos mencionado hasta ahora que hacen que una práctica sea difícil: Conceptos difíciles de asimilar, muchas configuraciones distintas, equipos de medida sofisticados, dificultad en la interpretación y justificación de resultados y una buena componente de investigación sobre aplicación (30 sobre 100, que es la máxima que otorgaron los profesores). Además de ser relativamente extensa (38 páginas).
 - En el curso 2009-2010 las concordancias que presentan los alumnos son mayores que en el 2008-2009. Cuando extraemos subconjuntos concordantes observamos un menor cruzamiento que el curso anterior. Como puede verse en la siguiente tabla comparativa todas las ternas del 2009-10 alcanzan coeficientes de correlación superiores a sus homologas del curso anterior.
-

Comparativa de rangos de orden 3 curso 2008-2009 con 2009-2010																	
Curso	Rango	TOT				ST				SE				TL			
		Prácticas			Wc	Prácticas			Wc	Prácticas			Wc	Prácticas			Wc
08-09	F1	1	2	9	0,639	1	2	10	0,659	8	9	18	0,857	2	5	6	0,941
09-10	F1	1	2	16	0,702	1	10	18	0,795	13	16	19	0,924	1	6	14	0,950

Tabla 9 Comparativa de las ternas más fuertes de los dos cursos estudiados.

5.3. Consideraciones sobre la denominación “Mapa de concordancia”

Dado que presentamos los mapas de concordancia como una de las aportaciones de esta tesis, nos pareció necesario buscar si algún otro investigador había hecho algún trabajo similar. La búsqueda de artículos que hicieran uso del coeficiente de concordancia de Kendall, referenciados en la tabla 3 del capítulo 2, nos permitió comprobar que ninguno de ellos utilizaba los resultados de las correlaciones para elaborar una imagen o mapa que pudiera interpretarse de forma similar a como lo hacemos nosotros, para sacar determinadas conclusiones.

Buscamos también trabajos que utilizaran la denominación “mapa de concordancia” para lo que fuere. Los presentamos a continuación de forma tabulada.

Autor	H. Taylor y B. Tversky (Taylor & Tversky, 1992)
Título	Descriptions and depictions of environments.
Uso de la denominación	En este caso el uso de “mapa de concordancia” se utiliza para relacionar mapas físicos geográficos y la facilidad con que los individuos son capaces de recordarlos. Realiza una estructura de árbol con los elementos identificados. No utiliza la W de Kendall.

Autor	J. Spaniol, P. Davidson, A. Kim, H. Han, M. Moscovitch, C. Grady (Spaniol et al., 2009)
Título	Event-related fMRI studies of episodic encoding and retrieval: meta-analyses using activation likelihood estimation.
Uso de la denominación	Usa la expresión “mapa de concordancia” para ilustrar la actividad del cerebro (imágenes similares a un TAC) al hacer determinados procesos. No hace uso de la W de Kendall, si no del estadístico ALE (Activation Likelihood Estimation) que se calcula a partir de la suma de probabilidades.

Autor	D. Lindsey y A. Brown (Lindsey & Brown, 2009)
Título	World Color Survey color naming reveals universal motifs and their within-language diversity.
Uso de la denominación	En este caso se analizan patrones (cartas) de color presentados en forma de matriz. No utiliza Kendall, realiza un análisis de clústeres y concordancia de Pearson.

Autor	H. Wirth, M. Löffler, M. Von Bergen, H. Binder (2 artículos) (Wirth, Löffler, von Bergen, & Binder, 2011) y (Wirth, Löffler, Bergen, & Binder, 2011)
Título	- Expression cartography of human tissues using self organizing maps. - Supplementary text Expression cartography of human tissues using self organizing maps.
Uso de la denominación	Estudia metagenes de tejidos humanos y su posición física. Lo representa en un mapa donde el color indica los niveles de correlación. Identifica clústeres y utiliza el coeficiente de Pearson no el de Kendall.

Autor	G. Lohmann, S. Ovadia-Caro, G. J. Jungehülsing, D. Margulies, A. Villringer, R. Turner. (Lohmann et al., 2012)
Título	Connectivity Concordance Mapping: A New Tool for Model-Free Analysis of fMRI Data of the Human Brain
Uso de la denominación	Propone una herramienta (algoritmo) a la que llama "Connectivity Concordance Mapping" (CCM). Busca relaciones entre la actividad que muestra el cerebro en una imagen de resonancia magnética (fMRI) y determinadas actividades establecidas en dos experimentos (por ejemplo abrir i cerrar los ojos). Mediante el uso de la W de Kendall busca acuerdos entre distintos individuos y la zona del cerebro que activan. El mapa es la imagen de la resonancia coloreada en las zonas de correlación más fuerte.

Autor	E. Hoffman (Hoffman, 1994)
Título	The Evolving Genome Project: current and future impact.
Uso de la denominación	Diseño experimental que construye lo que llama "mapa de concordancia" que localiza mapas de las regiones del cromosoma X. No utiliza Kendall ni el resultado se presenta en forma de imagen.

Autor	W. Chung y S. Yeaple. (Chung & Yeaple, 2008)
Título	International knowledge sourcing : evidence from U . S . Firms expanding abroad.
Uso de la denominación	Crea un indicador de stock de conocimientos de un país basado en las patentes que genera. En este caso la denominación de mapa de concordancia se refiere a la concordancia entre la clasificación que hace USPTO (U.S. Patent and Trademark Office) y SIC (Standard Industrial Classification) en diferentes clases tecnológicas de productos. No utiliza Kendall ni ninguna imagen como resultado.

Autor	G. Garcia, E. Aguilar, L. Martí, M. J. Escartí, J. Sanjuan (García-Martí, Aguilar, Martí-Bonmatí, Escartí, & Sanjuán, 2012)
Título	Multimodal morphometry and functional magnetic resonance imaging in schizophrenia and auditory hallucinations.
Uso de la denominación	A partir de imágenes de resonancia magnética, busca correlaciones entre anomalías en determinadas zonas del cerebro y la esquizofrenia y alucinaciones auditivas. El resultado son imágenes de RM coloreadas en las zonas (clústeres) identificados. No utiliza Kendall.

Como podemos observar, poco a ver con nuestra idea de mapa de concordancia. La idea de (Lohmann et al., 2012) tiene aspectos coincidentes: utiliza el coeficiente W de Kendall, el resultado se presenta en forma de imagen (en este caso una RM coloreada en los puntos de interés) y propone un algoritmo. Pero en su caso solamente correlaciona dos puntos: causa – efecto.

Capítulo 6.
Conclusiones y
líneas de investigación futuras

6. Conclusiones y líneas de investigación futuras

Tal y como habíamos anunciado en el capítulo uno, hemos desarrollado una metodología de análisis de dificultad de contenidos basada en conjuntos concordantes. Estos conjuntos son, definidos *grosso modo*, extracciones de ítems de un conjunto de ítems mayor, que cumplen la propiedad de tener una W de Kendall elevada.

¿Cómo puede expresarse esta idea de manera divulgativa? Pues considerando que los individuos, cuando se enfrentan a conjuntos de problemas obtienen diferentes puntuaciones. Ello provoca, por una parte, que cada problema tenga una media diferente (indicadora de su dificultad) y, por otra, que haya individuos que puntúen alto en problemas con media alta (y al revés). Considerados conjuntamente estos dos hechos, es difícil hablar de dificultad de los problemas puesto que, a pesar de tener medias indicadoras, sus varianzas producen estos “cruzamientos” de notas, es decir, notas altas en problemas difíciles y notas bajas en problemas fáciles. La metodología que hemos desarrollado permite extraer grupos de problemas que tienen pocos “cruzamientos” (condición de W de Kendall alta), por lo cual se consiguen subgrupos de problemas que nos orientan acerca de la dificultad percibida por el grupo de individuos.

¿Y qué utilidad tiene esta extracción de problemas? Hay que pensar que las medias y varianzas de un grupo de problemas nos informan sobre particularidades como si un problema es más difícil que otro, si alguno presenta especial dispersión, si un individuo destaca porque se aleja de la media, etc. Sin embargo, si los queremos representar en una gráfica donde el eje horizontal fueran los problemas y el vertical las puntuaciones de cada alumno, observaríamos una línea para cada individuo (su trayectoria de puntuaciones en cada problema), pero el conjunto general aparecería como una maraña de hilos (debido a los múltiples cruzamientos a que nos hemos referido). En cambio, cuando se dispusiera de un conjunto concordante, no existiría tal maraña sino que veríamos unos haces de hilos que tendrían muchos menos cortes entre sí (tal como está ilustrado en la figura 14 del capítulo 5), lo cual nos permitiría definir una escala de dificultad. De este modo, podríamos decir que los problemas seleccionados constituirían una referencia para entender qué contenidos son más fáciles o más difíciles para un grupo determinado de individuos.

Como hemos visto, esta metodología tiene un alcance más general, en los siguientes sentidos:

- a) Generalización estadística: dado que la prueba de Kendall tiene su fórmula de significación, es decir, no es una prueba descriptiva pura, las conclusiones sobre un conjunto de individuos (muestra) se pueden generalizar al conjunto general que estos individuos representan (población).
 - b) Generalización conceptual: dado que no hemos impuesto ninguna restricción a la naturaleza de los datos estudiados, la metodología de extracción de conjuntos concordantes es apta para aplicarse no sólo a variables de rendimiento sino a cualquier fenómeno que presente variables medibles
 - c) Desarrollo metodológico: Aunque el problema inicial básico fuera la detección de conjuntos concordantes como tal, hemos desarrollado un método que ilustra la
-

evolución de la W de Kendall en extracciones sucesivas, lo cual permite observar cambios abruptos o suaves y nos aporta un conocimiento más profundo de la dificultad y los cruzamientos que producen ítems concretos al ser incorporados a un conjunto concordante.

También hemos anunciado que, aunque la presente investigación tuviera una aportación de contenido y otra metodológica, la segunda ocuparía la mayor parte de la investigación. Esto ha sido así no solo por un motivo obvio de extensión, y porque una aplicación rigurosa a los contenidos requeriría de un equipo interdisciplinar de investigación, sino también por la necesidad de un software gráfico capaz de presentar los mapas de concordancia y otras gráficas de forma dinámica. En ausencia de ello, lo que sí hemos hecho ha sido desarrollar algunas conclusiones de los profesores de la materia a partir de las indicaciones arrojadas por los conjuntos concordantes para algunos casos concretos.

Una vez realizada la programación informática, los desarrollos estadísticos, la parte conceptual de la metodología y las diversas pruebas *trial and error* que nos han llevado a la detección de conjuntos concordantes, podemos decir que el objetivo de la investigación se ha cumplido. Ahora bien, en este proceso hemos generado algunas nuevas inquietudes y posibles espacios de investigación (unos de carácter muy matemático, otros más aplicados) que tienen entidad suficiente para la producción de conocimiento en el futuro, ya sean artículos de investigación o incluso tesis doctorales. En este capítulo, de manera esquemática, las indicaremos junto con las conclusiones, de modo que para cerrar la presente investigación, hablaremos en los apartados siguientes de:

- a) Conclusiones de tipo metodológico (algunas recomendaciones para investigaciones en diferentes campos).
- b) Orientaciones para la docencia en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Arquitectura La Salle (discusión sobre los resultados obtenidos y su aplicación a futuras directrices).
- c) Líneas futuras de investigación

6.1. Conclusiones de tipo metodológico. Recomendaciones para la aplicación a diferentes campos.

Se ha resaltado en capítulos anteriores la potencia del método de detección de conjuntos concordantes para ser aplicado en todo tipo de investigaciones. A modo de síntesis, señalamos en este apartado los pasos que debe seguir un investigador en su campo:

- a) Obtención de las puntuaciones para el conjunto estudiado, establecimiento de las entidades *juez e ítem*.
 - b) Aplicación del método exhaustivo si el tamaño lo permite.
 - c) Aplicación del método mixto en muestras de tamaños críticos.
 - d) Depuración de la muestra en caso de contaminación asintótica.
-

- e) Establecimiento de la W_0 crítica según la tradición de su campo y las circunstancias particulares de la investigación para cada orden.
- f) Elaborar el mapa de concordancia a partir de los datos obtenidos.
- g) Interpretación de resultados.

6.1.1. Ejemplo de aplicación a un proyecto de telecomunicaciones

Dada la implicación del autor con el proyecto de comunicaciones ionosféricas y modelado del canal con la Antártida, que se inició en el año 2003 y que, a través de distintos proyectos financiados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, sigue su actividad, nos pareció interesante buscar una posible aplicación del método propuesto en esta tesis para tratar alguno de los datos que se estudian para modelar el canal ionosférico de comunicaciones.

Sin entrar en detalles, vamos a describir algunos de los datos que se recogen en cada campaña antártica (las campañas suelen durar de finales de noviembre a finales de febrero). Es lo que llamamos series históricas de datos, que se ponen a disposición del mundo científico en el Centro Nacional de Datos Polares (Comité Polar Español, 2012). Para una información más amplia sobre el tema se puede consultar (Vilella, 2008) y (Vilella et al., 2006).

Para conocer el comportamiento del canal se realizan sondeos. Consiste en enviar una portadora de amplitud constante y de una duración de 10 segundos. Cada hora se envían 57 portadoras, de forma secuencial, con frecuencias que empiezan a 2 MHz y terminan a 30 MHz con incrementos de 500KHz.

El punto de emisión está en la Base Antártica Española Juan Carlos I, y el de recepción ha estado, hasta la pasada campaña, en el Observatorio del Ebro (Roquetas). Por razones logísticas para la campaña del 2011-2012 se trasladó al "Casal Sant Josep" (un centro propiedad de La Salle) en Cambrils.

Sobre los datos de cada sondeo (10 seg. De portadora a una determinada frecuencia), se miden los siguientes parámetros (los normalizamos con una puntuación entre 0 y 10):

- **Disponibilidad:** Se evalúa la relación S/N (señal/ruido) cada intervalo de 1 segundo y se compara con un valor de referencia. Como más intervalos superen el valor de referencia, mejor disponibilidad del canal tendremos.

Valor 10: Todos los intervalos superan el nivel de referencia.

Valor 0: Ningún resultado supera el nivel de referencia.

- **Delay spread:** Se trata de medir la dispersión temporal que sufre la señal.

Valor 10: Delay spread = 0 seg.

Valor 0: Máximo valor medido de delay spread.

- **Doppler spread:** Variaciones rápidas de la frecuencia recibida respecto la transmitida.
-

Valor 10: Doppler = 0 Hz.

Valor 0: Máximo valor medido de Doppler.

- **Doppler Shift:** Desviación de la frecuencia recibida respecto a la transmitida (debida a movimientos verticales de ionosfera).

Valor 10: Doppler shift = 0 Hz.

Valor 0: Máximo valor absoluto medido de Doppler shift.

- **S/N:** Es el promedio de la relación señal/ruido evaluada a lo largo de los 10 segundos que dura un sondeo.

Valor 10: Máximo valor medido de S/N.

Valor 0: S/N = 0 dB.

- **Tiempo de propagación absoluto:** Es el tiempo que tarda el primer flanco de la señal en llegar del transmisor al receptor. No es un valor significativo para la calidad de la señal recibida, por tanto lo podríamos eliminar de la propuesta o bien incluirlo como validación de la propuesta.

Valor 10: Mínimo valor medido de tiempo de propagación absoluto.

Valor 0: Máximo valor medido de tiempo de propagación absoluto.

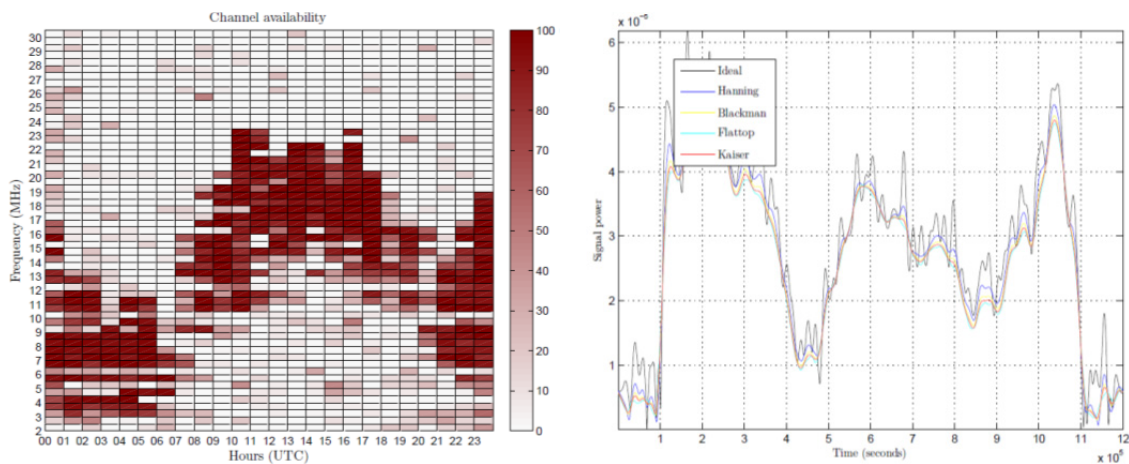


Figura 1 Disponibilidad del canal ionosférico en función de la hora y la frecuencia (izquierda). Ejemplo de Sondeo recibido (derecha). Extraído de (Ads, Bergadà, Vilella, Regué, & Pijoan, n.d.)

En este caso las “cosas juzgadas” son los parámetros propuestos (lo que en la aplicación de la asignatura de medidas eran las mesas de prácticas) y los jueces son cada uno de los sondeos realizados con los resultados obtenidos en los distintos parámetros (el papel de los alumnos y las notas que obtenían en cada práctica).

Los sondeos se pueden agrupar en función de distintos “perfiles” que ha priori pueden tener comportamientos distintos. Por ejemplo si el sondeo se ha hecho de día o de noche, o por determinados márgenes de frecuencia de portadora y a que campaña corresponde. Sería

equivalente a lo que hemos hecho en función de la titulación a que pertenece el alumno o bien a que curso corresponden las notas.

El aspecto que podría tener la ordenación del fichero de entrada para nuestra aplicación, en caso de optar por agrupaciones de día o noche:

Datos de sondeo del canal de la Campaña Antártica 2012-2013							
Día: 20-12-2013							
		Disponibilidad	Delay Spread	Doppler	Doppler Shift	S/N	Tiempo propagación absoluto
DÍA	Sondeo 1	4	7	3	5	7	6
	Sondeo 2	8	0	3	7	7	10
	Sondeo 3	2	4	6	3	10	9
	Sondeo 4	4	3	4	5	10	5

	Sondeo n	7	9	2	3	2	3
NOCHE	Sondeo 1	0	5	0	2	7	0
	Sondeo 2	7	4	0	7	3	10
	Sondeo 3	4	3	1	8	6	5
	Sondeo 4	2	10	7	9	9	0

	Sondeo n	5	0	2	4	1	10

Tabla 1 Posible aspecto de los datos de entrada para el caso del sondeo del canal ionosférico con la Antártida.

Por ejemplo, obtener una terna concordante fuerte con los parámetros disponibilidad, delay spread y S/N, nos señalaría a estos tres parámetros como el “esqueleto” del sondeo del canal ionosférico, y en que orden influyen en el resultado del mismo. Esto sugeriría a los investigadores del proyecto el estudio de porque la S/N obtiene mejores resultados que la disponibilidad y esta mejores que el delay spread durante la noche, suponiendo que se obtuvieran esos resultados.

De la misma manera que podríamos concluir que los otros parámetros son menos significativos, en el sentido que varían de rango con más facilidad en cada sondeo.

Siguiendo el mapa de concordancia podríamos buscar interrupciones importantes. Si por ejemplo al añadir a la terna anterior el Doppler, se produjera un descenso brusco e importante del valor de W_c nos indicaría que este parámetro tiene variaciones de rango muy significativas en los distintos sondeos y sería de nuevo un tema a estudiar.

6.2. Observaciones para la docencia en la asignatura de medidas electrónicas.

Con la metodología de mapas conceptuales, tenemos una herramienta que efectivamente puede ayudar a entender por qué algunas prácticas resultan especialmente difíciles o demasiado fáciles, si debemos ajustar la cantidad y complejidad de los conceptos o bien tiene que ver con el diseño de los planes de estudios o simplemente con el calendario del conjunto de asignaturas del curso.

El problema es que para usar esta metodología de forma eficiente y útil, no es suficiente con el software desarrollado, será necesario diseñar la parte de interfaz gráfica que relacione los datos obtenidos con el software actual, los ficheros tratados con las macros de la hoja de cálculo y lo presente en forma de mapa conceptual. El gráfico deberá ser dinámico y cambiar la presentación en función de parámetros que ajuste el investigador, como los valores frontera, orden y clasificación máxima, etc. Lo que permitiría buscar condiciones concretas de acuerdo o discordancias relacionadas con prácticas concretas.

Aun teniendo en cuenta lo dicho, no nos resistimos a hacer constar alguna de nuestras observaciones al respecto:

- Se debería evitar prácticas demasiado largas, donde además concurren las circunstancias de que los conceptos implicados sean difíciles de asimilar, intervengan muchas configuraciones de medida distintas, equipos de medida sofisticados, dificultad en la interpretación y justificación de resultados y estén planteadas de manera que el alumno deba de investigar más que aplicar procedimientos sistemáticos, se debería optar por una de estas soluciones:
 - a) En caso de que la instrumentación no tenga un coste excesivo (habitualmente no será el caso para este tipo de mesas), o bien se pueda repartir y el tema se considere especialmente interesante: Dividir la práctica en dos mesas de forma que los pesos queden equilibrados.
 - b) Priorizar los conceptos fundamentales, enriquecer la memoria con algunos ejemplos de medida de cada concepto básico y las posibles interpretaciones de los resultados. Eliminar los conceptos que no se consideren indispensables con objeto de focalizar esfuerzos y evitar dispersión.

Nuestra intuición y experiencia nos dice que se tendrá que buscar un equilibrio para encontrar la solución óptima. Si hacemos las prácticas excesivamente breves, con pocos conceptos básicos, si bien estamos seguros que conseguiríamos una mejor asimilación de dichos conceptos, y por tanto mejores notas, también creemos que el alumno perdería capacidad de enfrentarse a problemas complejos relacionando los distintos conceptos fundamentales que ha aprendido en la práctica y en otras asignaturas. Esta última competencia es absolutamente fundamental para un ingeniero, y un buen plan de estudios combinado con la metodología docente del centro debería garantizar su adquisición por parte de todos los alumnos egresados de la titulación.

- Que los alumnos obtengan niveles de acuerdo fuertes en que determinadas prácticas se pueden considerar “fáciles” no tiene por qué ser un indicador de que esas prácticas son buenos modelos a seguir. Puede ser que simplemente sean muy sistemáticas con conceptos fácilmente asimilables. Sería necesario investigar estos casos para equilibrar el peso con otras mesas. No se debería perder la oportunidad de incitar al alumno a investigar, relacionando conceptos y resultados. Esto sería especialmente fácil en estas prácticas dado que otros hándicaps serían de menor calibre.

6.3. Líneas de investigación futuras y desarrollos de la presente investigación.

Se nos ocurren algunas preguntas abiertas para empezar a reflexionar sobre posibilidades futuras:

- Se podrían hacer mapas de concordancia entre titulaciones, enlazando conjuntos concordantes del mismo orden, y ver como evoluciona su Wc al cambiar de titulación y analizar esas láminas o estratos y las posibles interrupciones que se producen. ¿El resultado sería útil para identificar características propias de cada titulación?
 - ¿Se podría conjugar nuestra metodología con otras pruebas estadísticas? Una línea de ampliación metodológica que no se ha desarrollado es la elaboración de un plan de pruebas estadísticas para casar los resultados de los esqueletos con otros contrastes y tests. En la presente investigación nos hemos limitado a aplicar pruebas descriptivas una vez detectados los conjuntos concordantes, para comprobar que, efectivamente, unos ítems encerraban más dificultad que otros. Con esto se ha cubierto el andamiaje necesario de la investigación bajo el punto de vista estadístico, pero se podría enriquecer con pruebas, por ejemplo, de análisis discriminante o estudios correlativo-causales, que nos permitieran entrar en aspectos de los ítems concordantes que ampliarían la información sobre ellos una vez detectados.
 - En lugar de hacer un experimento ex post facto, ¿sería interesante prepararlo con anterioridad, y durante el curso seleccionar el grupo de alumnos que tiene continuidad durante todo el curso (asiste a casi todas las clases, sigue la evaluación continuada, se presenta a todos los exámenes) descartando los demás?. Esto permitiría unos mapas con resultados menos “contaminados” y por tanto identificar mejor los conjuntos concordantes y prácticas a analizar con el grupo de expertos.
 - ¿Porque cada año hay diferencias significativas con cursos anteriores i entre especialidades? ¿Es propio de la evolución del plan de estudios y de las prácticas en si mismas o de la evolución del tipo de alumnos y sus diferentes perfiles (aunque todos són tecnológicos)?
-

- ¿Se podría utilizar la herramienta “mapas conceptuales” combinada en el método DELPHI? En las iteraciones podría ayudar a descubrir los elementos que introducen disrupciones en el proceso de mejorar el acuerdo de los expertos.

Para terminar, expondremos las principales líneas futuras de investigación que se podrían seguir tomando como punto de partida la presente tesis. Estas líneas se generan de dos maneras diferentes:

- a) Problemas de tipo matemático, metodológico o de investigación educativa que hayan quedado abiertos en la investigación
- b) Desarrollos (ampliaciones) de aspectos investigados que se intuyen suficientemente vastos como para ser motivo de tesis doctorales o artículos de investigación.

Teniendo presente estas dos fuentes de generación de futuras investigaciones, señalaremos 3 desarrollos posibles:

1. Problema matemático de la convergencia o no del método iterativo a los valores máximos absolutos. → Problema abierto.
2. Problema estadístico-metodológico del criterio asintótico para la construcción de esqueletos de concordancia. → Problema abierto.
3. Diseño e implementación de un nuevo software que permita la variación dinámica de parámetros. → Ampliación.

6.3.1. Problema matemático de la convergencia o no del método mixto a los valores máximos absolutos

Tal como hemos visto, el método mixto, aunque en todos los casos tratados en esta tesis si lo ha logrado, no garantiza la consecución de un máximo absoluto pues puede detectar máximos locales. En un conjunto de ítems con dos grupos concordantes, por ejemplo, no tenemos una demostración de en qué condiciones el método iterativo convergiría hacia el de una W mayor.

Se podría atacar el problema de demostrar matemáticamente cual sería la dimensión del conjunto base que asegurase que el algoritmo encontrara el máximo absoluto.

Otra posibilidad sería la de buscar algoritmos alternativos que modificasen el método mixto. Si bien puede parecer, a priori, que el éxito del algoritmo dependería de las correlaciones iniciales de los primeros pasos de iteración, posiblemente, se podría crear una herramienta de exploración que detectara (de manera segura o con una predicción bajo ciertas garantías probabilísticas) el conjunto concordante de W máxima.

Esta investigación es propia de un centro de estudios matemático-estadísticos. Ahora bien, se podría desarrollar un segundo algoritmo que rastreara posibles conjuntos concordantes eliminando de partida grupos de ítems y aplicando el método iterativo. Este modo de proceder recuerda al algoritmo de K-MEANS en la detección de clústeres, en el sentido de que los puntos iniciales (las semillas) son aleatorios.

6.3.2. Problema estadístico-metodológico del criterio asintótico para la construcción de esqueletos de concordancia

Tal como hemos visto, la metodología de esta investigación se ve afectada por el comportamiento asintótico cuando la muestra se hace grande, tal como ocurre en diversas pruebas estadísticas.

En la presente tesis hemos obrado bajo el criterio del investigador y aprovechando una muestra poco afectada por la contaminación asintótica, de la cual hemos extraído un esqueleto útil para nuestro problema de formación. No hemos intentado aplicar el método a muestras mayores de alumnos ni hemos hecho un estudio con diferentes tamaños de muestra (se puede realizar si se dispone de datos de cursos en los que las mesas de prácticas no han variado).

Por tanto, una investigación más exhaustiva que variase los tamaños podría echar luz, si no matemáticamente de manera exacta sí al menos bajo el punto de vista del pragmatismo, sobre los límites del tamaño de la muestra para decidir la aceptación o no de determinados esqueletos como orientadores.

Este problema es de naturaleza experimental y se enmarca en aquellos temas en los que la costumbre investigadora marca la línea. El valor de la r de Pearson, por ejemplo, se califica en categorías de manera orientativa en la Tabla de Guilford; ahora bien, la experiencia muestra que encontrar correlaciones suficientemente grandes en fenómenos inesperados confiere una importancia a las mismas que hace que califiquemos la intensidad de manera diferente. Lo mismo sucede con el alfa de Cronbach para validación de cuestionarios, donde algunos investigadores recomiendan diferentes valores frontera para aceptarlos o no:

“Nunnally (1978) propone un $\text{mínimo de } .70$; para Guilford (1954:388-389) una fiabilidad de sólo $.50$ es suficiente para investigaciones de carácter básico; Pfeiffer, Heslin y Jones (1976) y otros indican $.85$ si se van a tomar decisiones sobre sujetos concretos; en algunos tests bien conocidos (de Cattell) se citan coeficientes inferiores a $.50$ (Gómez Fernández, 1981). No hay un valor mínimo sagrado para aceptar un coeficiente de fiabilidad como adecuado; medidas con una fiabilidad relativamente baja pueden ser muy útiles (Schmitt, 1996). Por otra parte coeficientes muy altos; pueden indicar excesiva redundancia en los ítems (muy repetitivos) por esta razón hay autores que recomiendan un $\text{máximo de } .90$ (Streiner, 2003). Como referencia adicional podemos indicar que la fiabilidad media en artículos de buenas revistas de Psicología de la Educación está en torno a $.83$ (Osborne, 2003).” (Morales Vallejo, 2008).

6.3.3. Diseño e implementación de un nuevo software que permita la variación dinámica de parámetros.

Una manera de complementar la información de un conjunto concordante es variar la exigencia W_0 y observar si se obtienen nuevos conjuntos concordantes con más elementos. Ése sería uno de los parámetros a variar en los mapas de concordancia. Es decir, se podría

considerar un esqueleto que llegara a los 6 ítems para $W_0=0,7$ pero que, siendo más tolerantes y rebajando el nivel frontera a $W_0=0,65$ consiguiéramos un conjunto concordante de 8 ítems.

En todo caso, los mapas de concordancia con variación de W_0 , pueden representarse tomando el nivel final de W_0 y señalando sobre cada orden anterior los sucesivos W_0 obtenidos en las diferentes etapas de su evolución.

Los parámetros a variar dinámicamente podrían ser:

- W_0 (valor frontera) para cada orden (nº de prácticas del conjunto concordante).
- Marcar uno o varios conjuntos concordantes del mapa y visualizar solamente los conjuntos concordantes generados a partir de estos.
- Indicación de los órdenes que se han de visualizar.

Esto nos permitiría controlar el tamaño del mapa de forma que nos podamos centrar cada vez en lo que estemos buscando.

Otras facilidades que debería ofrecer el nuevo software:

- Una buena solución de interface gráfica con el usuario.
- Generar otros gráficos de interés, como las medias de notas, seleccionando el total de las actividades de evaluación (variables cuantitativas) o solamente determinados conjuntos concordantes (esqueletos). Con posibilidad de ordenarlas en función del rango obtenido.
- Facilidades de seguimientos del mapa (marcando en color) caminos con interrupciones significativas, o lo contrario, con variaciones pequeñas de W .

Todo esto, sin embargo, no es tan simple como puede parecer a primera vista y, por otro lado, la interpretación de las representaciones obtenidas tendría unos matices que deben considerarse con cuidado. En el desarrollo de la presente investigación se pensó, de manera optimista, que sería sencillo elaborar dichos mapas como complemento a los suministrados; pero una vez puestos en la labor, se descubrió que la tarea, para ser hecha con rigor, exigía de nuevos planteamientos y un esfuerzo en programación gráfica que sobrepasaba los objetivos de esta tesis, por lo que se convirtió en una posible línea de ampliación de la presente investigación.
