

Estudio de las sensaciones acústicas producidas en las personas por la música clásica

Jordi Dil, Fernando Bolaños, Daniel Torres

Ingeniería La Salle, Dpto. Acústica y vibraciones

INTRODUCCIÓN

Las sensaciones musicales se manifiestan con adjetivos que, en la música clásica, son aceptados y se dan por válidos por la comunidad musical, especializada o no.

Estas sensaciones son claves para la clasificación de autores, e incluso para la evaluación de su "calidad". Por tratarse de valoraciones subjetivas pueden surgir las preguntas: ¿en qué medida responden a criterios uniformes en los seres humanos? ¿Hay redundancia entre los adjetivos utilizados? ¿Son suficientes para diferenciar épocas, estilos, autores, piezas? ¿La adjetivación de un oyente medio es unívoca al autor o la pieza? Para comprobarlo se ha realizado un test en el que se trata de valorar la presencia en piezas de música clásica de sensaciones expresadas por una tabla predefinida de adjetivos.

El tratamiento estadístico posterior busca "distancias" entre los adjetivos empleados, con objeto de conocer los mejores descriptores.

TEST DE ADJETIVOS

La prueba consistió en someter a veinticinco (25) oyentes con y sin conocimientos musicales (12 y 13 respectivamente) a una audición en alta fidelidad de piezas clásicas, desde el barroco a los contemporáneos, con preaudición y repetición aleatoria de piezas. Tras la audición de cada pieza los oyentes deben valorar cada adjetivo, en función de su adecuación o no a la pieza.

Adjetivos

Se han seleccionado desde ciento veinticinco iniciales, que podían representar las sensaciones de todas las piezas, hasta el número final de veinticuatro (24) adjetivos, a saber:

1. Descriptivo	7. Solemne	13. Movido	19. Simple
2. Crispante	8. Limpio	14. Enérgico	20. Suave
3. Recogido	9. Vacío	15. Decidido	21. Apasionado
4. Sereno	10. Nostálgico	16. Delicado	22. Andante
5. Fresco	11. Doloroso	17. Misterioso	23. Elegante
6. Fogoso	12. Sensible	18. Apocalíptico	24. Animoso

Piezas o fragmentos musicales

La selección partió de treinta y tres piezas musicales, no obstante para hacer el test menos fatigoso se redujeron a diez (10). Las piezas no se pueden reproducir enteras pues la duración de la prueba sería enorme, así sólo se reproduce un fragmento de cada pieza musical:

- 1 Vivaldi-Concierto para oboe y cuerdas P.42-Allegro non molto
- 2 Haendel-Música para los reales fuegos artificiales-Obertura
- 3 Beethoven-Sinfonía nº 6 Pastoral-Allegro
- 4 Mendelssohn-Sueño de una noche de verano-Scherzo
- 5 Brahms-Sinfonía nº 2 Opus 73-Allegretto grazioso
- 6 Mahler-Sinfonía nº 10-Andante Adagio
- 7 Strauss-Así hablaba Zaratustra-De la Ciencia

- 8 Dvorak-Concierto para violoncelo Opus 104-Adagio non troppo
- 9 Musorgski-Una noche en el Monte Pelado
- 10 Stravinski-El pájaro de fuego

PROCEDIMIENTOS DE CÁLCULO

Los datos obtenidos son 6000 (25*10*24), cada oyente efectuó 240 (10*24) valoraciones entre 0 y 9 puntos, y cada fragmento musical ha sido calificado 600 veces (25*24).

Se consideró, en principio, que las tres variables (piezas, adjetivos, oyentes) son independientes entre sí, y los datos fueron tratados como una matriz de tres dimensiones. Los procedimientos empleados han sido:

- Análisis de varianza de una vía (oneway) varianza dentro de grupos
varianza entre grupos
detección diferencias significativas
- Asociación lineal (correlación)
- Análisis de grupos (cluster, quick cluster) proximidad: similitudes y distancias
- Análisis factorial, procedimiento factor

RESULTADOS

La figura 1 expresa las diferencias significativas entre adjetivos, (en esta figura ya no están los adjetivos *descriptivo, misterioso, andante y elegante*, pues en un dendograma previo mostraron su escasa relevancia). Se optó por reducir aún más el número de adjetivos, aunque no por eliminación, sino por agrupación de todos en 7 nuevos adjetivos denominados *Grupo 1 (suave, fresco, delicado, recogido, sereno, sensible, fresco, limpio), Grupo 2 (nostálgico, doloroso) Grupo 3 (vacío, simple), Grupo 4 (Fogoso, apocalíptico, crispante), Grupo 5 (movido, enérgico, decidido), Grupo 6 (solemne), Grupo 7 (apasionado)*.

La figura 2 es la matriz de correlaciones entre los nuevos grupos de adjetivos. Los grupos son mayoritariamente independientes entre sí, con la excepción de *Grupos 1 y 4*, con valores negativos que indican dependencia inversa, pero de valor no elevado.

Posteriormente se estudió la relación entre piezas musicales (figuras 3 y 4), con objeto de conocer sus parecidos a través de la valoración de los oyentes. De los cálculos se deducen tres grandes grupos musicales, a saber: *Grupo 1 (Beethoven, Strauss, Musorgski), Grupo 2 (Mendelsson, Vivaldi), Grupo 3 (Mahler, Dvorak)*, las piezas de Haendel, Brahms y Stravinsky no son agrupables, forman los *Grupos 4,5 y 6*, respectivamente.

En el dendograma de piezas musicales (denominadas a través de su autor, figura 3) se observan también las distancias y proximidades entre las diferentes piezas de la muestra

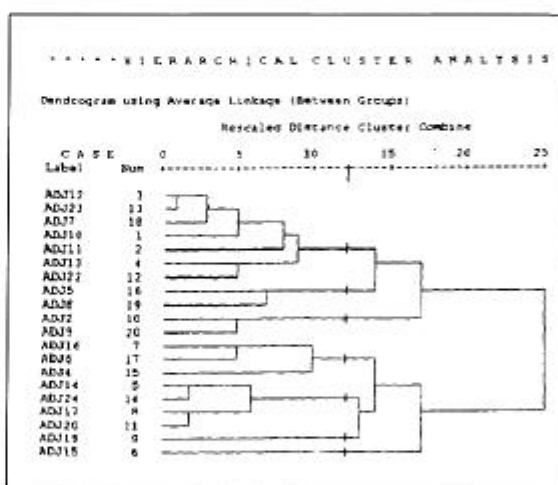


Figura 1: Dendograma de Adjetivos.

	Correlation Coefficients						
	GRUP1	GRUP2	GRUP3	GRUP4	GRUP5	GRUP6	GRUP7
GRUP1	1,0000	,3600	,2614	-,6170	-,4178	-,0597	-,1036
GRUP2	,3600	1,0000	,1221	-,0056	-,3384	,1343	,2640
GRUP3	,2614	,1221	1,0000	-,2874	-,1806	-,0351	-,2993
GRUP4	-,6170	-,0056	-,2874	1,0000	,5718	,2258	,4625
GRUP5	-,4178	-,3384	-,1806	,5718	1,0000	,3279	,3203
GRUP6	-,0597	,1343	-,0351	,2258	,3279	1,0000	,3097
GRUP7	-,1036	,2640	-,2993	,4625	,3203	,3097	1,0000

Figura 2. Correlaciones entre adjetivos.

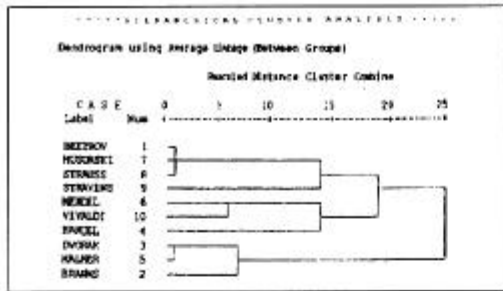


Figura 3: Dendrograma Piezas (24 adjetivos).

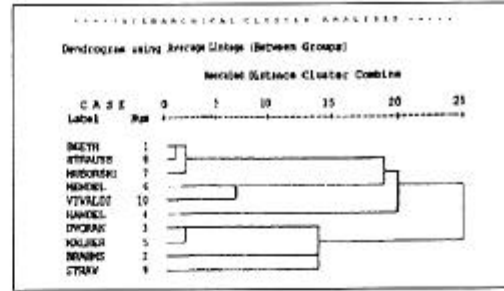


Figura 4: Dendrograma Piezas (7 adjetivos).

original, con los 24 adjetivos originales. La figura 4 es similar pero considerando sólo los siete nuevos adjetivos (Grupl... Grupo7). Las diferencias no son significativas, por lo que la agrupación es válida.

El compositor barroco Haendel debería estar cercano a su contemporáneo Vivaldi, pero no es así pues la pieza del primero es de aire militar, realizada por encargo. La independencia de resultados para Stravinski no es extraña, pues se trata del más reciente compositor de los elegidos, con un estilo muy personal.

Las piezas de Beethoven, Strauss y Musorgski forman un bloque posiblemente debido a su ritmo, el más vivo de las piezas a estudio, y con grandes estridencias. Los dos primeros están más cercanos entre sí, probablemente por su carácter romántico.

Vivaldi y Mendelsshon poseen en común el *tempo* y el aire fresco y alegre propio de los instrumentos de viento y cuerda.

Por último, Dvorak y Mahler poseen el carácter más *emotivo* y nostálgico. Forman un bloque fuertemente unido, según los dendogramas figuras 3 y 4.

El análisis factorial pretende condensar toda la información original (datos del test) en un número lo más limitado posible de factores, que expliquen la variabilidad total, lo cual depende de las correlaciones entre variables (si es alta implica información redundante y pocos factores bastarán para explicar la variabilidad total, y viceversa).

A partir de la matriz de correlaciones se calculan los autovalores y los autovectores de esa matriz. Cada autovector define un eje correspondiente a un factor, todos los ejes son ortogonales entre sí.

En la figura 5 se muestra el resultado de este análisis sobre las piezas musicales, en este caso basta con tres (3) factores para explicar toda la variabilidad.

Una vez seleccionados tres factores se elimina el resto, volviendo a recalcular toda la variabilidad sólo con esos factores. Incluso se optimizó el cálculo mediante un proceso de rotación de ejes, es decir cambiando

Factor Analysis						
Initial Statistics:						
Variable	Communality	*	Factor	Eigenvalue	Pct of Var	Cum Pct
Beeth	1,00000	*	1	3,50933	35,1	35,1
Brahms	1,00000	*	2	2,51104	25,1	60,2
Dvorak	1,00000	*	3	1,40891	14,1	74,3
Handel	1,00000	*	4	,79393	7,9	82,2
Malher	1,00000	*	5	,65750	6,6	88,8
Mendel	1,00000	*	6	,33227	3,3	92,1
Musorski	1,00000	*	7	,31093	3,1	95,2
Strauss	1,00000	*	8	,18683	1,9	97,1
Strav	1,00000	*	9	,16639	1,7	98,8
Vivaldi	1,00000	*	10	,12288	1,2	100,0
PC extracted	3 factors.					

Figura 5. Análisis factorial de piezas musicales.

los vectores unitarios (los tres factores elegidos) para conseguir que cada variable, pieza o autor, sea explicado mayoritariamente por un sólo factor. El resultado se observa en la figura 6.

Mediante el análisis factorial de las piezas musicales se observa que los autores o piezas que mejor definen el factor 1 son los del grupo musical número 1, los que mejor definen el factor 2 son los del grupo 3, y los que mejor definen el factor 3 son el grupo 2.

Varimax converged in 6 iterations.			
Rotated Factor Matrix:			
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Beeth	,90536	-,00359	,24478
Brahms	-,47978	,59383	,42593
Dvorak	,01694	,89112	,11942
Handel	,30178	,14192	,52824
Malher	,00963	,90771	,06940
Mendel	,38368	-,06041	,75322
Musorski	,90844	-,04501	,17672
Strauss	,90942	,20281	,10440
Strav	,39864	,56879	-,03277
Vivaldi	-,06827	,13938	,89125

Figura 6. Participación de factores optimizando ejes.

En cuanto a los conocimientos musicales previos de los oyentes los cálculos muestran pequeñas diferencias. Los que poseen conocimientos acotan más las puntuaciones, podría deberse a que distinguen mejor las diferencias entre piezas musicales.

CONCLUSIONES

No es posible caracterizar el estilo de un autor sólo por un fragmento de su obra. No obstante se pueden establecer diferencias y similitudes entre las piezas del estudio. La agrupación de piezas se deben a sus características de *tempo*, *rítmico* y al *tema* de cada una. No existe ninguna pieza *simple* o *vacía*, todas transmiten sensaciones.

Parece existir transmisión de sentimientos entre el compositor y los oyentes, posean o no conocimientos musicales, ya que hay concordancia entre el tipo de adjetivo más representativo de cada fragmento y su historia.

Este análisis sufre la influencia, como no, de factores que no dependen exclusivamente de la partitura, como es la interpretación de la orquesta, la sala de registro, el estado anímico del oyente,...

Respecto a los adjetivos analizados se han detectado algunos no válidos en la medida que no aportan diferencias entre piezas.

Los resultados obtenidos son extrapolables a toda la población, ya que el número de muestras es elevado. Los resultados obtenidos no están falseados por valores aberrantes, ya que el margen de puntuación de las variables explicativas estaba acotado. Los efectos de la música en el ser humano son conocidos, aunque no cuantificados ni desmenuzadas sus componentes, sin duda por la dificultad de matematizar los sentimientos.

Esta línea de investigación puede ser de ayuda en el ámbito musical, o en otros que utilicen la música para crear sensaciones o recrear ambientes, como son los campos de la **comunicación** (publicidad, radio, televisión, exposiciones), los campos de la **salud** (terapias, anestesia), en la **pedagogía**, y en el campo **laboral** (concentración, productividad).

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Cáceres, R. - *Estadística multivariante y no paramétrica* - Díaz de Santos - Madrid 1995
- Autores varios - *Grandes Compositores* - Salvat - Barcelona 1986
- Dil, Jordi & Torres, Daniel - *T.F.C.* - Ingeniería La Salle - Barcelona 1995
- Marija J. - *SPSS/PC+Professional Statistics 6.0* - SPSS Inc. - Chicago
- Roig, Guillem & Torres, Daniel - *T.F.C.* - Ingeniería La Salle - Barcelona 1989
- Barcelona, julio 1996