

## **ESTUDIO DE LA INCIDENCIA DE FACTORES INTRA/INTER PERSONALES EN LA EJECUCIÓN MUSICAL**

M<sup>a</sup>M. González Suárez(1), A. Morgado Nicolás(2), A. García Rodríguez(3)

- (1) Departamento de Educación. Universitat Jaume I de Castellón.  
(2) Departamento de Matemáticas. Universitat Jaume I de Castellón.  
(3) Departamento de Física Aplicada. Universitat de València.

### **INTRODUCCIÓN**

El estudio de la incidencia de factores humanos en la ejecución musical, tanto intrapersonales como interpersonales, tiene como objetivo intentar dar respuesta a una serie de cuestiones relativas a la práctica instrumental.

Es sabido que cuando se habla de una buena "ejecución musical" por un intérprete, se entiende, por una parte, la correcta emisión de los sonidos y por otra, la buena interpretación de los mismos. El primer aspecto abarca tanto la emisión sonora en sí misma (calidad técnica del ejecutante) como la calidad del instrumento en cuestión. El segundo aspecto se refiere principalmente a las cualidades estéticas de la obra a interpretar, es decir, a su expresión, articulación, matización, etc, aspectos que están íntimamente relacionados con la sensibilidad y el buen gusto del intérprete.

Entre todas las variables que intervienen, en mayor o menor medida, en la ejecución musical, este trabajo se centra principalmente en determinar en qué medida puede verse afectada la emisión sonora por causas personales. Trataremos de cuantificar las diferencias que se producen cuando un mismo intérprete ejecuta, en el mismo instrumento, un mismo sonido y veremos si estas diferencias dependen de la calidad técnica del intérprete en cuestión, es decir, comprobaremos la variabilidad intrapersonal en el caso de que el intérprete sea un profesional del instrumento y en el caso de que no lo sea.

También se ha estudiado las diferencias que se producen cuando intérpretes distintos emiten el mismo sonido con el mismo instrumento, estableciendo ciertas relaciones en razón del tipo de instrumento musical utilizado.

### **MÉTODO EXPERIMENTAL**

Con el fin de tener una representación de las tres grandes familias de instrumentos musicales (cuerda, viento y percusión), hemos seleccionado para este estudio los siguientes instrumentos: piano de media cola "Yamaha" (cuerda percutida), guitarra clásica "Alhambra" Model 4P N° 014600 (cuerda punteada), xilófono contralto "Studio 49" (percusión) y trompeta soprano (si b) "Vicent Bach" Model 43ML con boquilla de la misma marca tipo 1,5C (viento metal).

En todos los casos se ha emitido la misma nota musical: sol 4 (correspondiente al registro central), en condiciones físicas y ambientales similares para cada uno de los instrumentos seleccionados.

Para estudiar la variabilidad intrapersonal, se han tomado 25 muestras de la nota sol 4 en cada uno de los instrumentos musicales, ejecutadas por un intérprete profesional, y 25 muestras del mismo sonido ejecutadas por una persona poco experta en el mismo. En el caso de la variabilidad interpersonal, se han tomado 25 muestras, cada una de ellas ejecutada por un intérprete distinto ( para la trompeta, el número de muestras ha sido 15 ).

El dispositivo experimental consiste fundamentalmente en un equipo "Diagnostic Instruments S.A." formado por Sonómetro CEL-414/3C, Micrófono CEL-192, Calibrador CEL-177 (114.0 dB a 1000 Hz) y Analizador FFT portátil de dos canales PL22. Se dispone también de un PC , Impresora y Grabadora digital portátil CASIO DA-7.

En cada una de las medidas se ha tomado el nivel de presión sonora en dB con tiempo de respuesta del sonómetro en posición "fast". El analizador ha trabajado con las siguientes condiciones:

length = 2048	( 160 ms)	pre-T = 30	( 2,3 ms)
freq. = 5 KHz		T av. = 1	
mode = 1 shot		P av. = 1	

Un programa de ordenador nos permite procesar los datos obtenidos de forma que podemos distinguir el análisis del inicio de la emisión sonora (ataque) de la parte estacionaria ( permite obtener el espectro de 1K muestras seleccionadas en el dominio temporal).

Para cada una de las partes ( ataque/parte estacionaria) y en cada uno de los casos, se procesaron estadísticamente los datos ( mediante el programa estadístico Statgraphics ), obteniéndose los resultados promedio en frecuencias (Hz) e intensidades (dB) para el sonido fundamental y cada uno de los armónicos.

Hay que señalar que, en todos los casos, los niveles de intensidad se han relativizado al nivel máximo de 114 dB.

## RESULTADOS

A partir de los valores medios obtenidos tanto en frecuencias como en intensidades, se ha realizado un ajuste por mínimos cuadrados de tipo lineal, en cada uno de los instrumentos y para el caso particular de varios intérpretes. Las rectas así obtenidas presentan pendientes negativas cuyos valores significativos son del orden de las milésimas, oscilando entre  $4 \cdot 10^{-3}$  y  $6 \cdot 10^{-3}$  dB/Hz para el ataque y entre  $4 \cdot 10^{-3}$  y  $7 \cdot 10^{-3}$  dB/Hz para la parte estacionaria.

Estos resultados nos permiten concluir que la variación de la intensidad respecto a la frecuencia es similar en todos los instrumentos estudiados.

A continuación presentamos los resultados obtenidos en cada uno de los instrumentos:

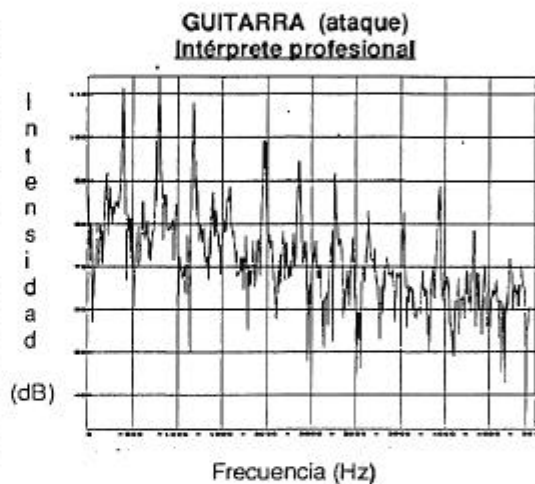
### Piano

- La forma de las representaciones gráficas correspondientes al ataque y a la parte estacionaria es distinta para un único intérprete ( profesional y no profesional) y muy coincidente para intérpretes distintos. Efectuando la comparación atendiendo al tipo de intérprete, no se observan coincidencias.
- El sonido fundamental toma valores distintos en frecuencia e intensidad según los casos. Alcanza un valor de 388 Hz para todas las partes estacionarias; sin embargo, en el ataque oscila entre 388 Hz y 400 Hz. En cuanto al nivel de intensidad, es el mayor para "varios intérpretes" (ambas partes) y para el intérprete profesional (parte estacionaria), siendo superado por el 1º o 2º armónico en el resto de los casos.

- Los armónicos toman valores distintos en frecuencia e intensidad según el intérprete (sólo son muy parecidos si comparamos ataque y parte estacionaria de "varios intérpretes" ).
- La variación intrapersonal es muy pequeña tanto en frecuencias como en intensidad, sobre todo para la parte estacionaria, cuyas desviaciones típicas en frecuencia son "cero" en la mayoría de los armónicos, y en intensidad, del orden de 1 dB. No se observan diferencias apreciables en razón de la profesionalidad del intérprete.
- La variabilidad interpersonal es algo mayor que la intrapersonal tanto en frecuencia como en intensidad, teniendo una desviación típica "cero" sólo el sonido fundamental.

### Guitarra

- La representación gráfica de los valores medios en frecuencia e intensidad es distinta según el intérprete. Comparando el ataque con la parte estacionaria, las gráficas son bastante parecidas salvo en el caso del intérprete no profesional.
- El nivel máximo de intensidad lo alcanza el primer armónico en los casos de un único intérprete, y el fundamental si los intérpretes son diferentes.
- Los armónicos presentan pocas diferencias en sus frecuencias en todos los supuestos estudiados. Las intensidades son, en general, decrecientes con el aumento de la frecuencia, variando aproximadamente entre 105-107 dB del 2º armónico a los 85-90 dB del 11º armónico.
- La variabilidad intrapersonal es pequeña tanto en el caso del intérprete profesional como en el no profesional. Sin embargo, se obtiene una mayor exactitud para el intérprete profesional, cuya coincidencia en frecuencias es muy alta.
- La variabilidad interpersonal también es pequeña, sobre todo en la parte estacionaria (para las frecuencias, los valores en la desviación típica no superan los 12,5 Hz de resolución del aparato).



### Xilófono

- Las representaciones gráficas de los valores medios presentan la misma forma tanto para distintos intérpretes como para cada una de las partes (ataque/ parte estacionaria).
- Las frecuencias de los armónicos correspondientes al ataque, son algo más altas que las de la parte estacionaria, aumentando las diferencias con el aumento de la frecuencia.
- En todos los casos, el nivel de intensidad máximo lo alcanza el sonido fundamental. Los armónicos pares presentan los niveles de intensidad más altos después del fundamental y decrecientes con la frecuencia. Los armónicos impares tienen intensidades casi constantes y por debajo de los armónicos pares, oscilando entre 75-80 dB para el ataque y 70-75 dB para la parte estacionaria.
- Las variaciones en la emisión sonora debidas a una misma persona son escasas, tanto si el intérprete es un profesional como si no lo es. No obstante, se puede apreciar cómo las variaciones producidas en el caso del intérprete profesional son menores que en el caso del intérprete no profesional.

- Las variaciones en la emisión sonora debidas a distintas personas no es más significativa que la que se produce en el caso de la variación personal de un intérprete inexperto.

### Trompeta

- Los gráficos de los valores medios para el ataque y la parte estacionaria en cada uno de los casos son similares. Tampoco se observan diferencias importantes según el tipo de intérprete que se considere.
- En todos los casos, las frecuencias correspondientes al fundamental y los armónicos de la parte estacionaria son mayores que los correspondientes al ataque.
- Los niveles de intensidad son muy similares en todos los casos y para cada una de las partes (ataque/parte estacionaria) oscilando aproximadamente entre los 113 dB del 2º armónico (nivel más alto) hasta los 90 dB del armónico 13.
- La variación intrapersonal es mayor que en el resto de instrumentos estudiados, sobre todo para las frecuencias y para el ataque. Se observa una mayor variación en el caso del intérprete no profesional.
- La variación interpersonal también es mayor que la que se produce en los otros instrumentos, y, al igual que en la variabilidad intrapersonal, se alcanzan los valores más altos para las frecuencias y en el ataque.

### CONCLUSIONES

1. El comportamiento de los cuatro instrumentos estudiados referente a la variación de la intensidad respecto a la frecuencia es similar en todos ellos.
2. Respecto a la variabilidad intra-personal podemos concluir que:
  - Es escasa para el xilófono, guitarra y piano.
  - La trompeta presenta unos niveles de variación significativos sobre todo en frecuencias y para el ataque.
  - En general, la variabilidad es mayor en el ataque que en la parte estacionaria, y mayor para un intérprete inexperto.
3. En cuanto a la variabilidad inter-personal, alcanza unos valores comparables a los obtenidos en la ejecución de un intérprete no profesional. El instrumento con mayor variabilidad es la trompeta, sobre todo en frecuencias. En todos los instrumentos, y al igual que en la variabilidad intrapersonal, se produce una mayor variación en el ataque que en la parte estacionaria.

### REFERENCIAS

- (1) D.E.Hall.- "Musical Acoustics" (2nd Ed.).- Brooks/Cole Publishing Company. Pacific Grove, California (1991).
- (2) J.Sundberg.- "The science of Musical Sounds".- Academic Press (1991).
- (3) N.H.Fletcher y T.D.Rossing.- "The Physics of Musical Instruments".- Springer-Verlag, New York (1991).
- (4) Annales du Centre Regional de Documentation Pédagogique de Clermont-Ferrand.- Des idées pour la Musique, fascicule III : "Les instruments de Musique, Fabrication, Acoustique, Pédagogie" (1989).