

ESPECTRO PROMEDIO DE LARGO PLAZO EN NIÑOS

Autores:

Luis A. Cecconello¹
Jorge A. Gurlekian²

RESUMEN

El espectro promedio a largo plazo (LTAS) emplea la promediación de espectros obtenidos con ventanas de análisis cortas. Este método tiene una gran ventaja en la aplicación en niños por ser un método no invasivo.

El objetivo de este trabajo es comparar el LTAS en un grupo de niños sin alteración vocal con un grupo de niños disfónicos.

Se grabaron las voces de 60 niños, 30 niños con disfonía y 30 niños sin alteración vocal. Se solicitó a los niños, emitir las 5 vocales del español de modo prolongado, en intensidad y frecuencia espontáneas. Fue analizada cada vocal con LTAS mediante el programa ANAGRAF y posteriormente se realizó una edición mediante la cual fueron unidas las 5 vocales y se obtuvo el LTAS de todas las vocales. Fueron calculados los picos frecuenciales de los primeros 5 formantes y sus respectivas energías. En el caso de las vocales /a/, /e/ e /i/ se valoró además la presencia del formante extra nasal.

Se encontraron valores de formantes más elevados en el grupo de niños disfónicos, siendo las diferencias estadísticamente significativas en todas las vocales a excepción de la /u/. En /a/ (F2 y F3), en /e/ (F3, F4 y F5), en /i/ (F3 y F5) y en /o/ (F2, F3, F4 y F5). Fueron registrados valores de energía más bajos en el grupo de niños disfónicos, siendo las diferencias estadísticamente significativas en /a/ (E1, E2 y E3), en /e/ (E2 y E3), en /i/ (E2, E3 y E5), en /o/ (E2, E3, E4 y E5) y en /u/ (E2, E4 y E5).

El formante extra nasal 1 (FN1) y el formante extra nasal 2 (FN2) en vocal /i/ se registró con mayor frecuencia en el grupo con disfonía. Se encontró presencia de nasalidad en el grupo de niños sin disfonía, especialmente con la vocal /i/. En las vocales promediadas se encontró valores de formantes menores en F1 y valores de energía más bajos en el grupo de niños disfónicos, para E2, E3 y E4.

LONG TERM AVERAGE SPECTRUM IN CHILDREN

ABSTRACT

Long Term Average Spectrum (LTAS) averages short time spectra to produce an overall energy contour over all speech frequencies. In this presentation the overall energy frequency function of LTAS is analyzed to distinguish dysphonic voices from non altered voices of 60 children. Being LTAS a non invasive technique it must be

¹ Licenciado en Fonoaudiología. Coordinador del área vocal del Sanatorio del Salvador. Miembro de la International Association of Logopedics and Phoniatrics. Luisceconello@arnet.com.ar

² Ingeniero electrónico. Investigador Científico del CONICET. Director del LIS. Neurociencias. Hospital de Clínicas UBA. jgurlekian@hospitaldeclinicas.uba.ar

emphasized its usefulness for a population of children from 7 to 14 years old. 30 dysphonic children and 30 children without vocal alteration were recorded while they produced the five Spanish vowels in a spontaneous way at long durations. First, LTAS was calculated for each vowel with the program ANAGRAF; second, the sequence of vowels were edited to eliminate silence intervals and LTAS was calculated over the five vowels all together. The first five formants and energies were measured. For vowels /a/, /e/ and /i/ nasal resonances were also indicated. Results show that formant frequencies were higher in dysphonic children than in normal ones. Differences were significant in all vowels but in vowel /u/. Particularly significant differences were observed in the following formants: in /a/ (F2 y F3), /e/ (F3, F4 y F5), /i/ (F3 y F5) and /o/ (F2, F3, F4 y F5). Regarding the formant energy, lower levels were observed in the dysphonic group. Particularly formant energies were different in /a/ (E1, E2 y E3), /e/ (E2 y E3), /i/ (E2, E3 y E5), /o/ (E2, E3, E4 and E5) and /u/ (E2, E4 y E5). The first nasal resonance (FN1) in /a/ and the second nasal resonance (FN2) in /i/ were frequently observed for the dysphonic group. For summed vowels, both F1 formant frequencies and formant energies E2, E3 and E4 appear with lower values for the dysphonic group than for the normal one.

INTRODUCCION

A partir del espectro de Fourier que muestra la amplitud de los armónicos en una escala de decibeles en función de la frecuencia o del espectro de LPC que muestra los formantes en función de la frecuencia, se define un espectro de largo término llamado LTASS (long term average speech spectrum) o sólo LTAS: este espectro emplea ventanas mucho mayores a los 100 milisegundos -típicamente de 10 a 30 segundos- y emplea la promediación de espectros obtenidos con ventanas de análisis cortas.

Este método se hizo popular con el uso de analizadores digitales de sonido como el que se usa en este trabajo mediante el programa de análisis acústico ANAGRAF (Gurlekian, 1997) de uso en laboratorio y en la clínica.

Para su utilización se requiere la eliminación de segmentos de silencio, que de otra manera influirían en el nivel global de energía al comparar emisiones de distintos sujetos.

Los estudios realizados hasta el momento con LTAS variaron especialmente en el material analizado, segmentos sonoros, canto (Cleveland, Sundberg & Stone, 2001; Boersma & Kovacic, 2006), textos con sonidos sordos y sonoros (Wendler, Rauhut & Krüger, 1986; Mendoza et al, 1996) y habla espontánea (Pittam, 1987).

Una ventaja importante de la evaluación de sonidos sonoros mediante LTAS, es la de evitar la contaminación en el espectro de otros fonemas en los que no halla participación de los pliegues vocales (consonantes sordas) (Linville & Rens, 2001).

Respecto a su aplicación en voces disfónicas, diversos autores han descrito las diferencias entre voces normales y disfónicas. Gauffin y Sundberg (1977) han hallado una correlación significativa entre la pendiente espectral medida como una diferencia de niveles en distintas bandas de frecuencia, por ejemplo entre el rango de 0-2 Khz y el de 2-5 Khz y la evaluación perceptual al continuo breathy/con escape de aire-laringealizadas/tensas. Para voces con escape de aire o hipofuncionales, el rango de 2-5 kHz es mas bajo en niveles de amplitud que el medido en voces catalogadas como laringealizadas o con frito vocal.

Otra medida de interés está dada por la amplitud de la frecuencia fundamental y de los armónicos de baja frecuencia. Las voces débiles y con pérdidas de aire, tienen

mayores amplitudes de F0 y espectros con mas pendiente que las voces normales y las voces tensas o duras tienen espectro mas suave que las voces normales (Kitzing, 1986).

Respecto a su aplicación en niños esta aproximación presenta la ventaja intrínseca de todos los sistemas de análisis acústico: no son invasivos.

El objetivo de este trabajo es comparar el espectro promedio a largo plazo (LTAS) en un grupo de niños sin alteración vocal con un grupo de niños disfónicos.

MATERIAL Y METODO

Para este trabajo se grabaron las voces de 60 niños, 30 niños con disfonía y 30 niños sin alteración vocal. Se solicitó a los niños, emitir las 5 vocales del español de modo prolongado, en intensidad y frecuencia espontáneas. Para las grabaciones fue utilizada una computadora portátil y un pre-amplificador marca Fast Track. Se utilizó un micrófono dinámico marca Beyerdynamic TGX-58, el cual fue situado a 10 cm de la boca de los niños y en un grado de angulación de 45°. Las grabaciones fueron realizadas con los niños sentados, en una sala sin tratamiento acústico. Las señales fueron digitalizadas en 16 KHz.

Fue analizada cada vocal con espectro promedio a largo plazo (LTAS) mediante el programa ANAGRAF y posteriormente se realizó una edición mediante la cual fueron unidas las 5 vocales y se obtuvo el LTAS de todas las vocales.

Fueron calculados los picos frecuenciales de los primeros 5 formantes y sus respectivas energías. En el caso de las vocales /a/, /e/ e /i/ se valoró además la presencia del formante extra nasal. En el caso de la vocal /a/ se identificó el formante extra nasal por debajo del valor del primer formante (F1) y para las vocales /e/ e /i/ se identificó el formante extra en la región comprendida entre el primer y segundo formantes (F1 y F2).

Los datos fueron volcados en una base de datos (Microsoft Excel 97) y luego fueron analizados empleando el paquete estadístico (SPSS). Los gráficos de caja permitieron representar la mediana, los rangos intercuartiles, datos externos y casos extremos de las variables. La prueba de significación de las medias fue realizada con el test ANOVA.

RESULTADOS

En la Figura 1 se presenta el LTAS de un niño disfónico con el formante extra nasal en la vocal /a/ en los 343 Hz y el LTAS de un niño con voz normal, misma vocal y sin la presencia del formante extra nasal. Puede observarse mayor energía en los diferentes picos en el caso sin disfonía.

En la Figura 2 se presenta el LTAS de un niño disfónico con el formante extra nasal en la vocal /i/ en los 1806 Hz y el LTAS de la vocal /i/ de un niño con voz normal y sin el extra formante.

En la Figura 3 se presenta el LTAS de las 5 vocales en un niño sin disfonía y el LTAS de un niño con voz normal. Puede observarse en el caso normal la mayor definición de los picos del LTAS, especialmente los superiores.

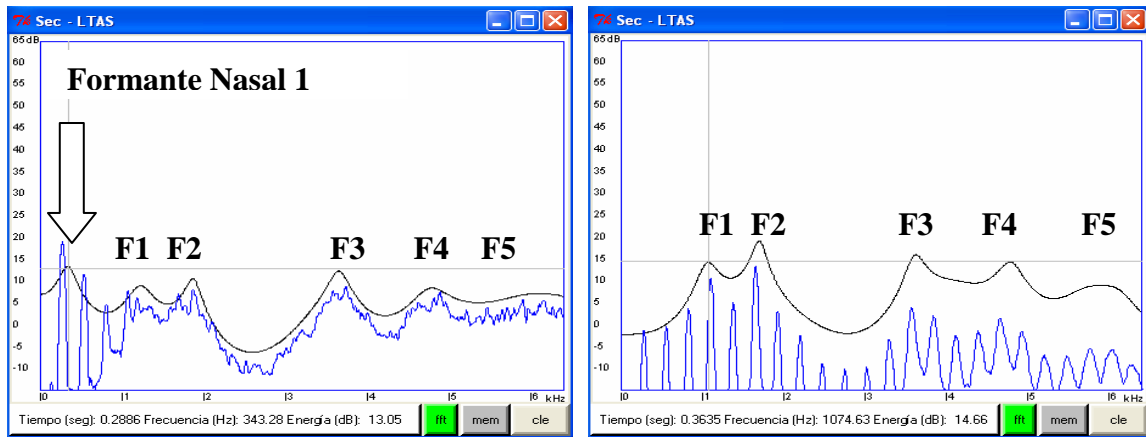


Figura 1. LTAS de la vocal /a/, a la izquierda en un niño disfónico con formante extra nasal en los 343 Hz y a la derecha en un niño con voz normal sin el formante extra nasal.

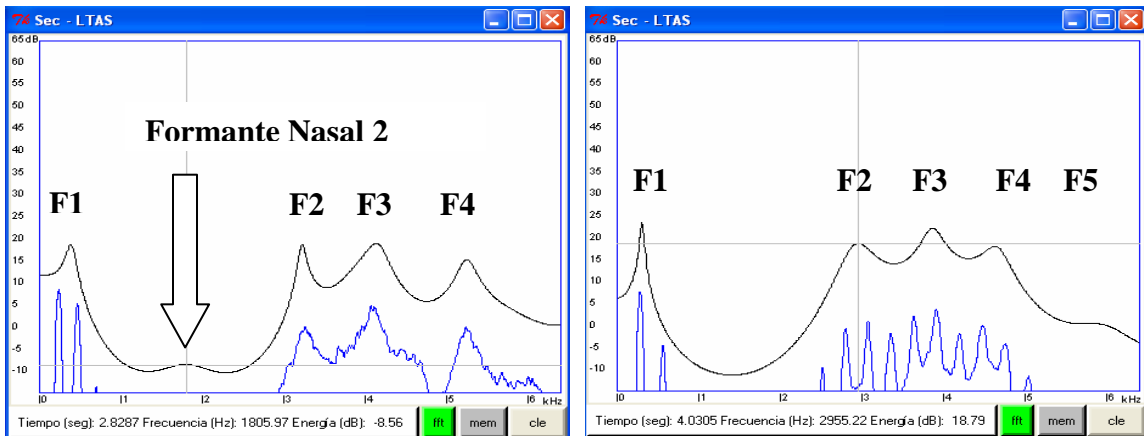


Figura 2. LTAS de la vocal /i/, a la izquierda en un niño disfónico con formante extra nasal en los 1806 Hz y a la derecha en un niño con voz normal sin el formante extra nasal.

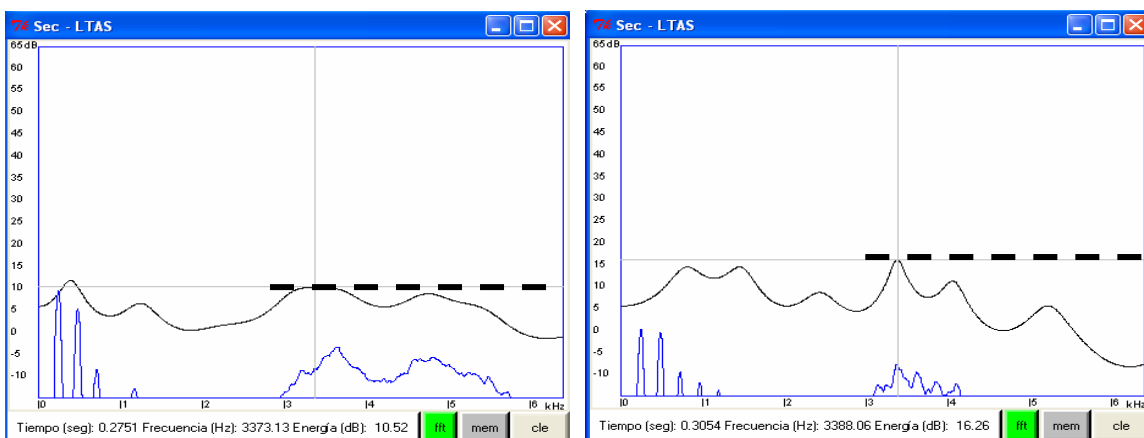


Figura 3. LTAS de las 5 vocales, a la izquierda en un niño disfónico y a la derecha en un niño con voz normal. Puede observarse que en el niño disfónico, el rango de los 3-4 KHz no supera los 10 dB y en el niño con voz normal, supera los 15 dB.

En la Figura 4 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico, promediados para cada formante por LTAS para las cinco vocales. En abscisa se representa el número de formante y en ordenada la frecuencia en Hz. Puede observarse valores menores de los formantes 1, 2 y 3 en el grupo de niños disfónicos y valores mayores de los formantes 4 y 5, siendo significativa la diferencia en F1 ($F=26.34$, $p<0.000$).

En la Figura 5 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico, promediados para cada formante por LTAS para las cinco vocales, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la energía en dB. Puede observarse menor energía en los formantes 1, 2, 3 y 4 en el grupo de niños disfónicos, siendo las diferencias significativas en E2 ($F=10.07$, $p<0.002$); E3 ($F=33.32$, $p<0.000$) y E4 ($F=22.32$, $p<0.000$).

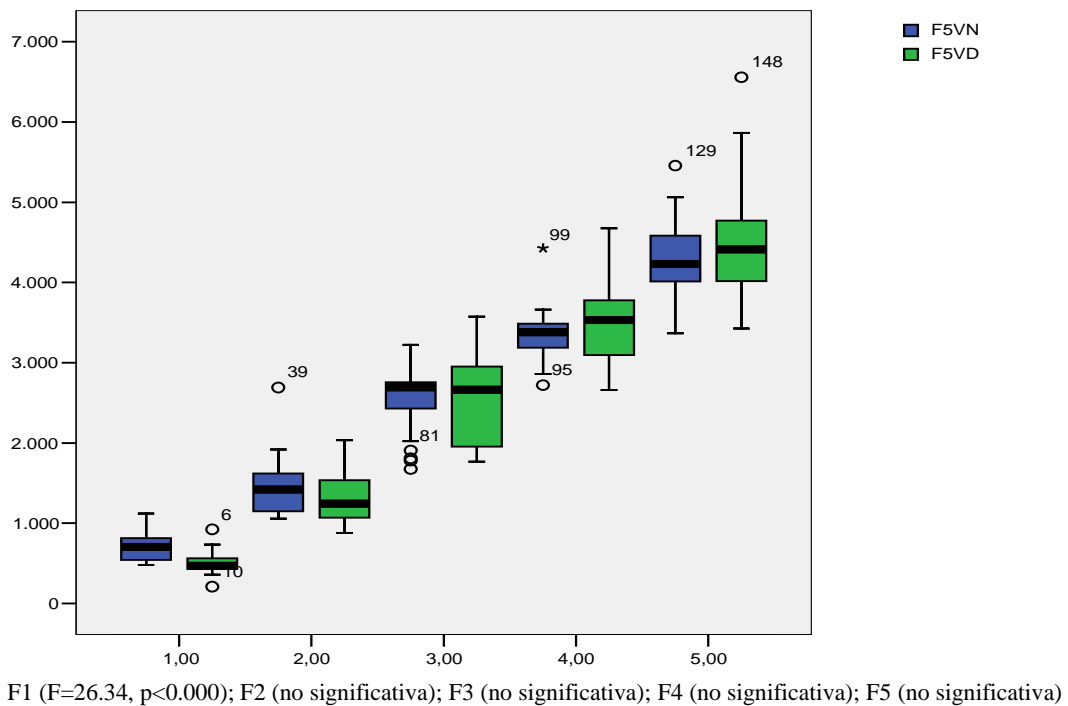
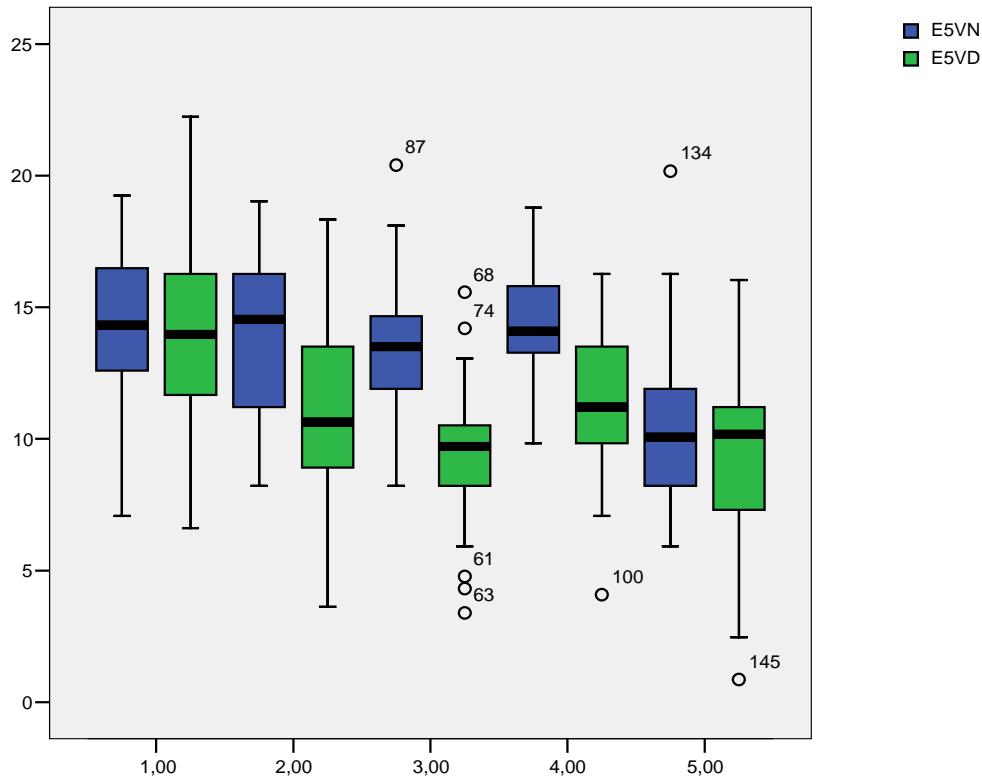


Figura 4. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico, promediados para cada formante por LTAS para las cinco vocales. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la frecuencia en Hz. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).

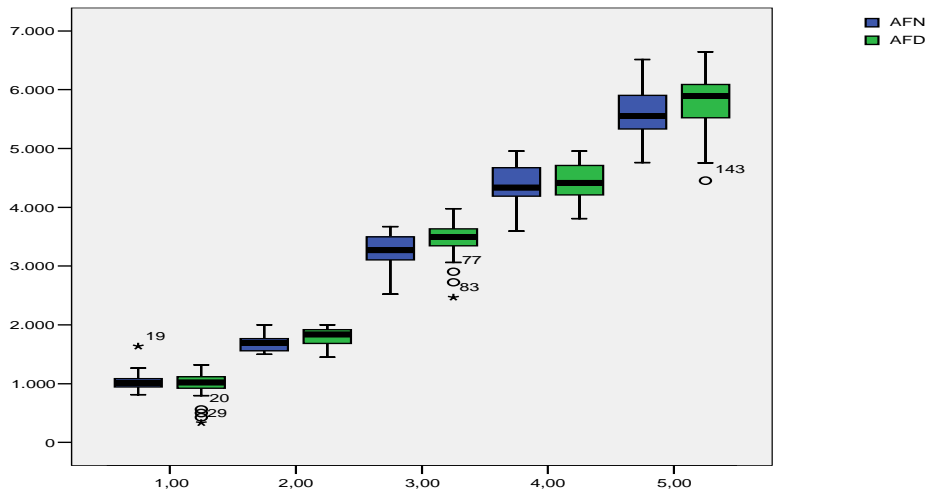


E1 (no significativa); E2 ($F=10.07$, $p<0.002$); E3 ($F=33.32$, $p<0.000$); E4 ($F=22.32$, $p<0.000$); E5 (no significativa)

Figura 5. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico, promediados para cada formante por LTAS para las cinco vocales. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la energía en dB. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).

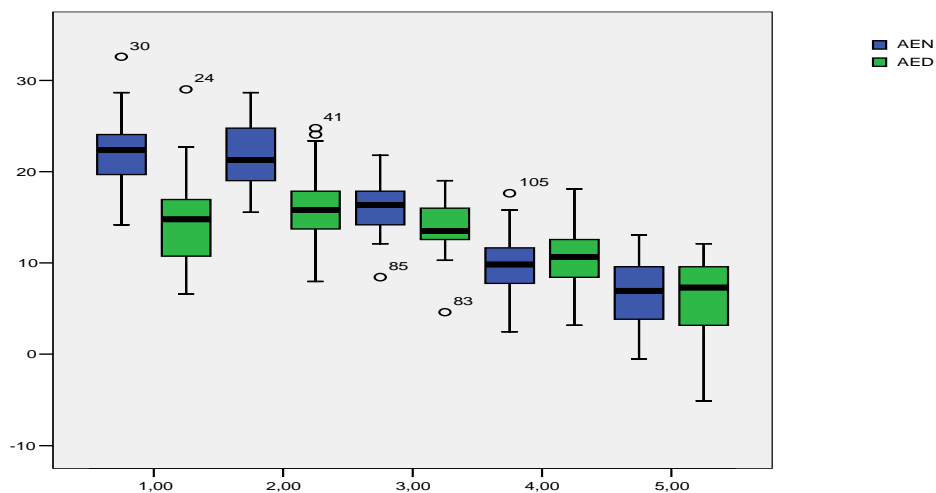
En la Figura 6 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /a/ promediados por LTAS, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la frecuencia en Hz. Puede observarse valores mayores de los formantes 2, 3, 4 y 5 en el grupo de niños disfónicos, siendo significativas las diferencias en F2 ($F=9.74$, $p<0.03$) y F3 ($F=5.3$, $p<0.02$).

En la Figura 7 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /a/ promediados por LTAS, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la energía en dB. Puede observarse menor energía en los formantes 1, 2 y 3 en el grupo de niños disfónicos, siendo las diferencias significativas en E1 ($F=39.45$, $p<0.000$); E2 ($F=31.58$, $p<0.000$) y E3 ($F=9.66$, $p<0.003$).



F1 (no significativa); F2 (F=9.74, p<0.03); F3 (F=5.3, p<0.02); F4 (no significativa); F5 (no significativa)

Figura 6. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /a/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la frecuencia en Hz. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).

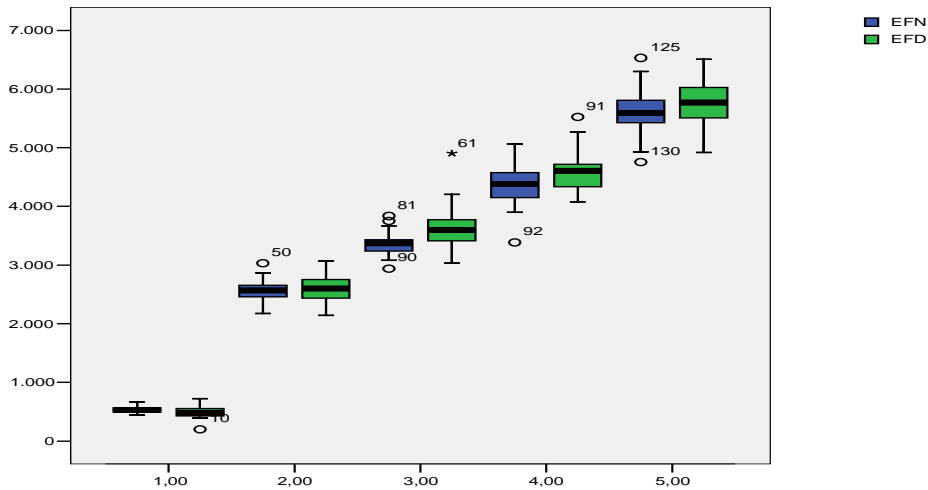


E1 (F=39.45, 0.000); E2 (F=31.58, p<0.000); E3 (F=9.66, p<0.003); E4 (no significativa); E5 (no significativa)

Figura 7. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /a/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la energía en dB. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).

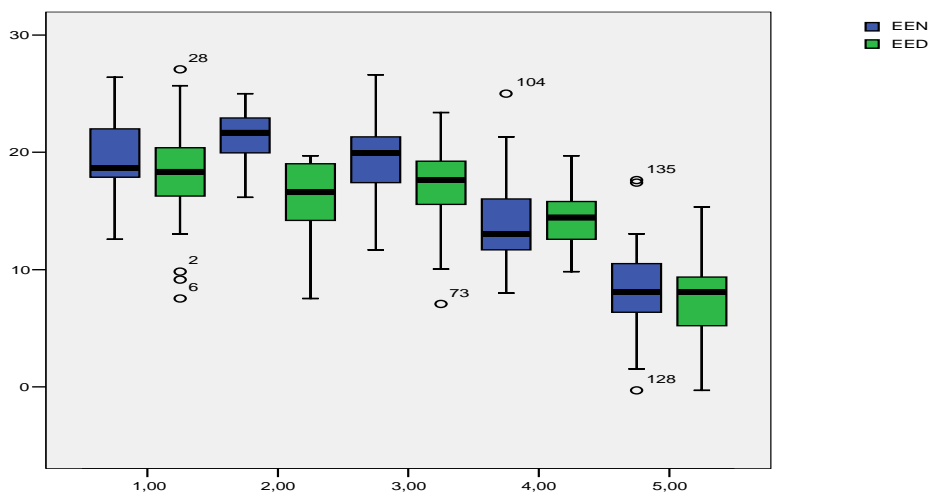
En la Figura 8 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /e/ promediados por LTAS, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la frecuencia en Hz. Puede observarse valores mayores de los formantes 3, 4 y 5 en el grupo de niños disfónicos y menor en F1, siendo significativas las diferencias en F1 (F=4.79, p<0.033); F3 (F=10.29, p<0.02); F4 (F=5.95, p<0.018); F5 (F=4.66, p<0.035).

En la Figura 9 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /e/ promediados por LTAS, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la energía en dB. Puede observarse menor energía en los formantes 1, 2 y 3 en el grupo de niños disfónicos y mayor energía en el formante 4, siendo las diferencias significativas en E2 (F=52.99, p<0.000) y E3 (F=9.10, p<0.04).



F1 (F=4.79, p<0.033); F2 (no significativa); F3 (F=10.29, p<0.02); F4 (F=5.95, p<0.018); F5 (F=4.66, p<0.035)

Figura 8. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /e/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la frecuencia en Hz. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde)

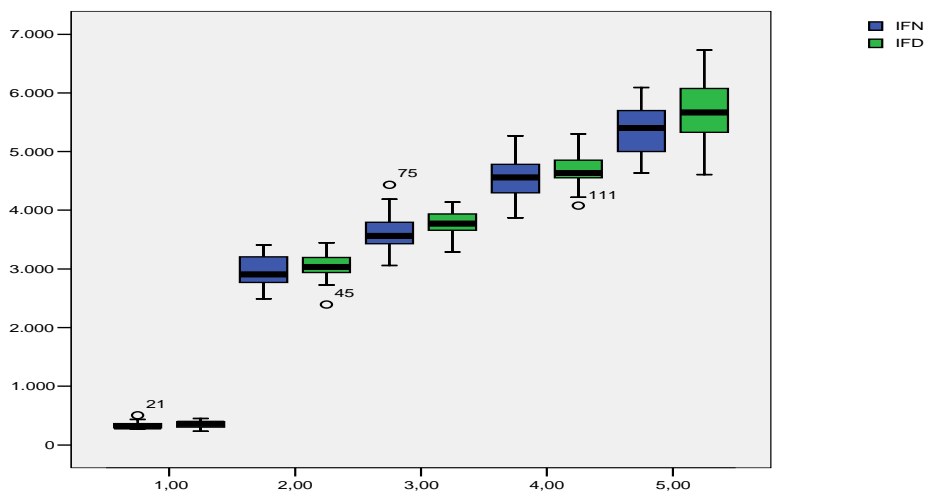


E1 (no significativa); E2 (F=52.99, p<0.000); E3 (F=9.10, p<0.04); E4 (no significativa), E5 (no significativa)

Figura 9. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /e/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la energía en dB. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).

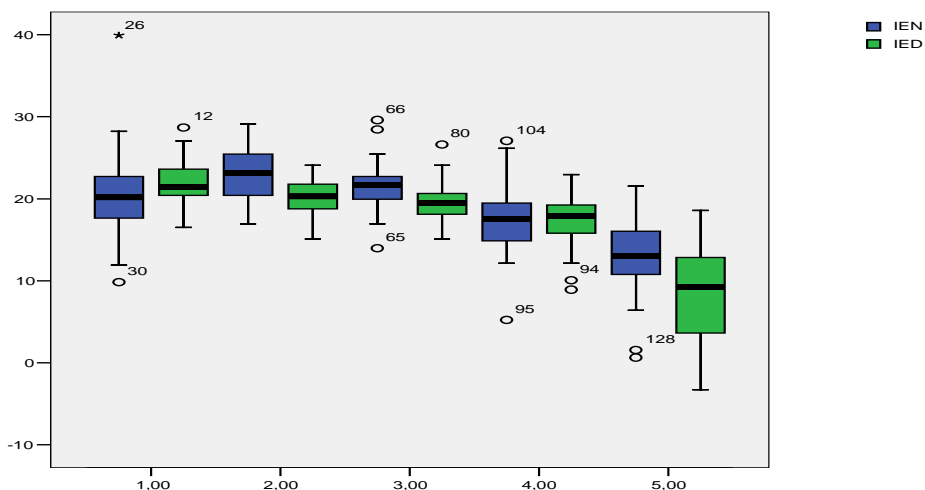
En la Figura 10 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /i/ promediados por LTAS, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la frecuencia en Hz. Puede observarse valores mayores de los formantes 2, 3, 4 y 5 en el grupo de niños disfónicos, siendo significativas las diferencias en; F3 ($F=4.27$, $p<0.043$) y F5 ($F=4.66$, $p<0.035$)

En la Figura 11 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /i/ promediados por LTAS, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la energía en dB. Puede observarse menor energía en los formantes 2, 3 y 5 en el grupo de niños disfónicos y mayor energía en el formante 1, siendo las diferencias significativas en E2 ($F=16.53$, $p<0.000$), E3 ($F=4.92$, $p<0.03$) y E5 ($F=9.39$, $p<0.003$).



F1 (no significativa); F2 (no significativa); F3 ($F=4.27$, $p<0.043$); F4 (no significativa); F5 ($F=4.66$, $p<0.035$)

Figura 10. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /i/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la frecuencia en Hz. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).

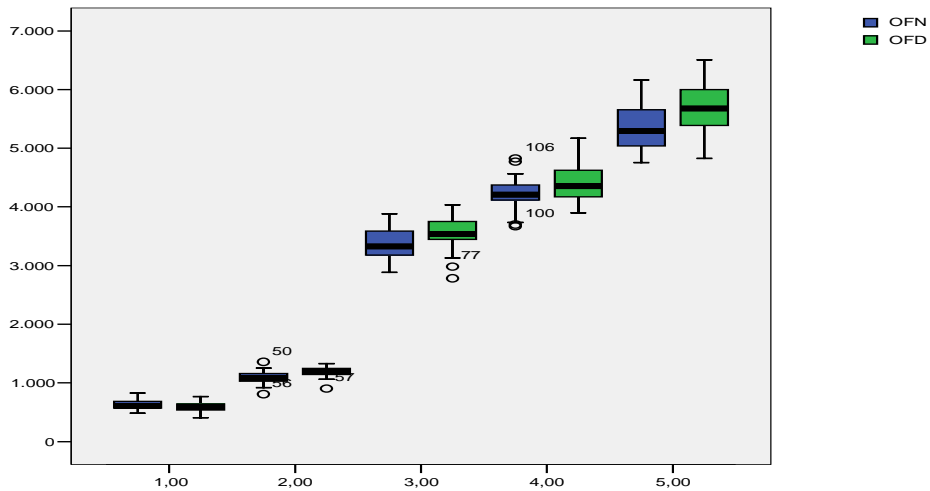


E1 (no significativa); E2 (F=16.53, p<0.000); E3 (F=4.92, p<0.03); E4 (no significativa); E5 (F=9.39, p<0.003)

Figura 11. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /i/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la energía en dB. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).

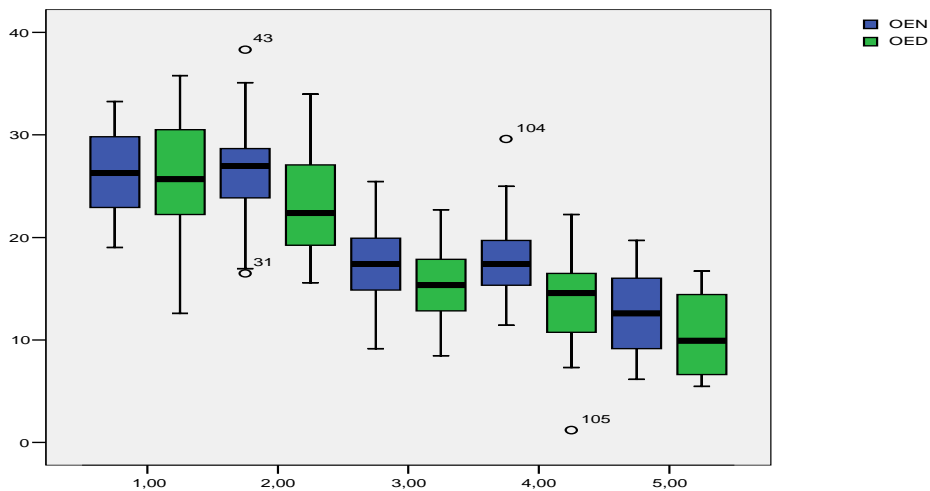
En la Figura 12 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /o/ promediados por LTAS, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la frecuencia en Hz. Puede observarse valores mayores de los formantes 2, 3, 4 y 5 en el grupo de niños disfónicos, siendo significativas las diferencias en F2 (F=15.38, p<0.000); F3 (F=7.87, p<0.007); F4 (F=5.08, p<0.028) y F5 (F=10.04, p<0.002).

En la Figura 13 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /o/ promediados por LTAS, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la energía en dB. Puede observarse menor energía en todos los formantes en el grupo de niños disfónicos, siendo las diferencias significativas en E2 (F=6.95, p<0.011), E3 (F=5.32, p<0.025), E4 (F=14.95, p<0.000) y E5 (F=4.27, p<0.043).



F1 (no significativa); F2 (F=15.38, p<0.000); F3 (F=7.87, p<0.007); F4 (F=5.08, p<0.028); F5 (F=10.04, p<0.002)

Figura 12. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /o/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la frecuencia en Hz. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).



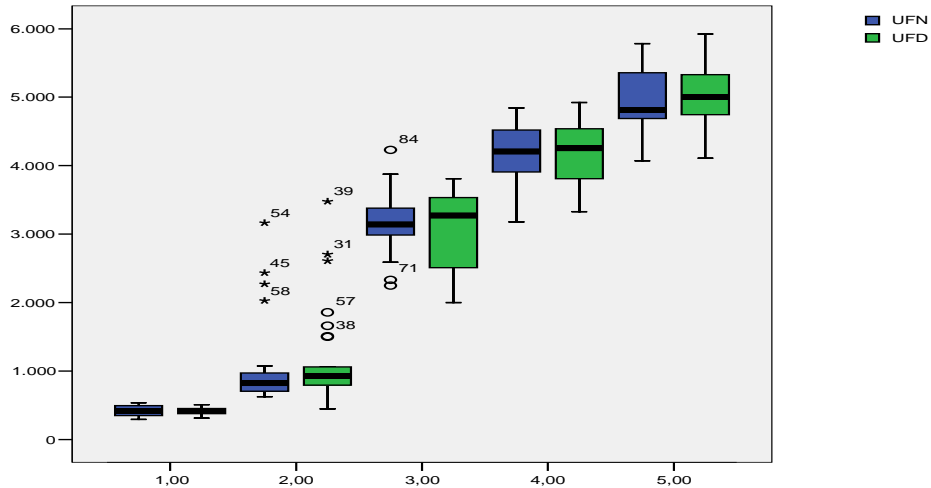
E1 (no significativa); E2 (F=6.95, p<0.011); E3 (F=5.32, p<0.025); E4 (F=14.95, p<0.000); E5 (F=4.27, p<0.043)

Figura 13. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /o/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la energía en dB. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).

En la Figura 14 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /u/ promediados por LTAS, donde se representa en abscisa el número de formante y en ordenada la frecuencia en Hz. Puede observarse valores mayores de los formantes 2, 3 y 5 en el grupo de niños disfónicos, no siendo significativas las diferencias.

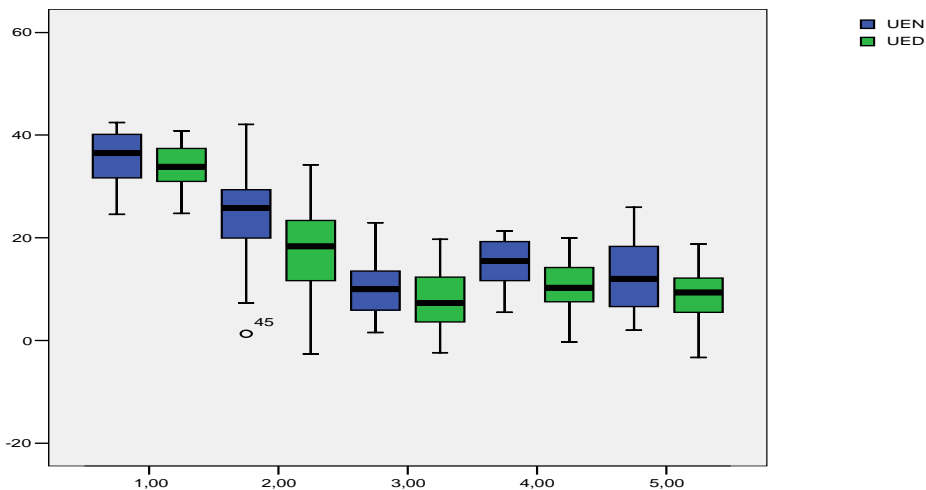
En la Figura 15 se presentan los gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /u/ promediados por LTAS, donde se representa

en abscisa el número de formante y en ordenada la energía en dB. Puede observarse menor energía en todos los formantes en el grupo de niños disfónicos, siendo las diferencias significativas en E2 ($F=7.24$, $p<0.009$), E4 ($F=12.06$, $p<0.001$) y E5 ($F=4.312$, $p<0.042$).



F1 (no significativa); F2 (no significativa); F3 (no significativa); F4 (no significativa); F5 (no significativa)

Figura 14. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /u/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la frecuencia en Hz. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).



E1 (no significativa); E2 ($F=7.24$, $p<0.009$); E3 (no significativa); E4 ($F=12.06$, $p<0.001$); E5 ($F=4.312$, $p<0.042$)

Figura 15. Gráficos de caja apareados para los grupos normal-disfónico de los 5 formantes de la vocal /u/ promediados por LTAS. En abscisas se representa el número de formante y en ordenada, la energía en dB. Para cada par de cajas se presenta en primer término los datos normales (azul) y en segundo los datos de disfonía (verde).

En la Figura 16 se representa la presencia del formante extra nasal 1 (FN1) en la vocal /a/ y del formante extra nasal 2 (FN2) en las vocales /e/ e /i/ en porcentajes, para los grupos estudiados. Se registró el FN1 en la vocal /a/ con mayor frecuencia en el grupo de niños disfónicos, al igual que el FN2 en la vocal /i/. En el caso del FN2 en la vocal /e/ se registró con mayor frecuencia en el grupo con voz normal pero debe tenerse en cuenta que con la vocal /e/ se registraron muy pocos casos de FN2, solo 2 casos en el grupo con voz normal y un caso en el grupo con disfonía.

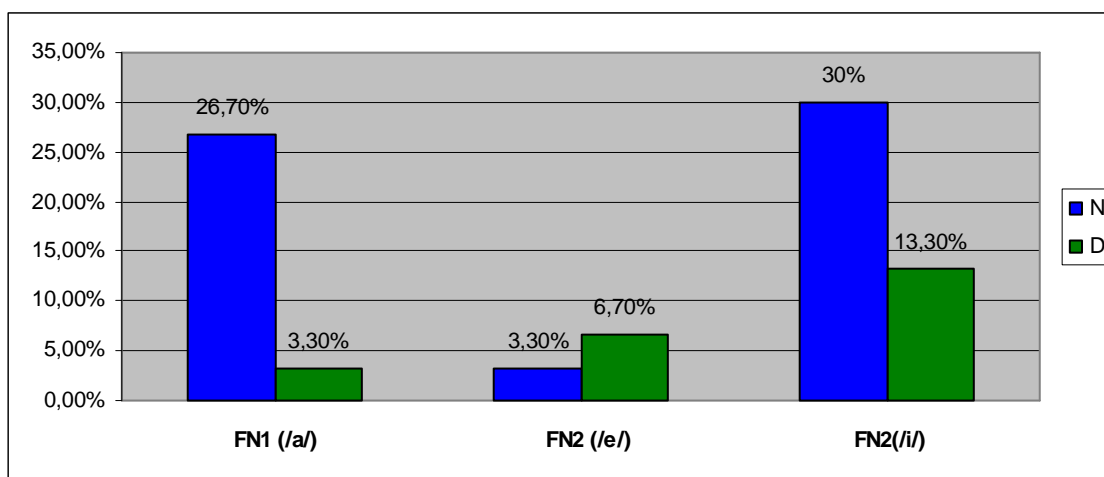


Figura 16. Presencia del formante extra nasal 1 (FN1) en la vocal /a/ y del formante extra nasal 2 (FN2) en las vocales /e/ e /i/, en porcentajes, para los grupos normal-disfónico. Grupo normal (azul) y Grupo disfónico (verde).

DISCUSION

En este trabajo se encontró utilidad en el método LTAS en la diferenciación de voces de niños normales y con disfonía. Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en los valores de frecuencia de los formantes y sus respectivas energías. En el grupo de niños disfónicos se obtuvieron valores más elevados en la frecuencia de varios de los formantes. Esto se relaciona con la elevación laríngea que se produce típicamente en personas con alteración vocal, a causa de esta elevación laríngea, se produce acortamiento del tracto vocal y las frecuencias de los formantes tienden a elevarse.

De acuerdo a Sundberg y Norstrom (1976) “como los picos en un espectro promedio a largo plazo de la voz son dependientes del tiempo promedio de las frecuencias formánticas, esperamos que estos picos difieran dependiendo de la posición de la laringe”. En un trabajo realizado con un cantante, cantando dos veces una canción, una con la laringe elevada y otra con la laringe baja, encontraron que con la laringe baja, los primeros tres picos espectrales del LTAS disminuyeron del 14 al 40 %. Estos datos apoyan lo obtenido en este trabajo.

También se encontró como dato importante en esta investigación, la disminución de las energías de los formantes en el grupo de niños con disfonía, tanto en formantes graves como agudos, dependiendo de la vocal analizada, lo que revela disminución en la amplitud del sonido (formantes bajos) y pérdida del mordiente (formantes agudos).

El formante extra nasal fue registrado con mayor frecuencia en el grupo de niños con disfonía, especialmente en las vocales /a/ e /i/. Con esta información, se puede

deducir que las alteraciones de la voz van acompañadas de cierto grado de nasalidad. Dentro del grupo de niños con voz normal también se encontró casos con presencia del formante extra nasal, especialmente en la vocal /i/ (FN2 /i/: 13,30%). Este dato coincide con lo expresado por Ceconello & Golub (2008) quienes afirman que cierto componente nasal es frecuente en niños. El descenso de F1 en el promedio de todas las vocales tiene una posible correspondencia con el efecto de nasalidad que genera un alargamiento del tubo faringeo debido a la conexión parcial con el tracto nasal (Gurlekian, 2001).

CONCLUSIONES

En las vocales analizadas aisladamente se encontró:

- Valores de formantes más elevados en el grupo de niños disfónicos, siendo las diferencias estadísticamente significativas en todas las vocales a excepción de la /u/. En /a/ (F2 y F3), en /e/ (F3, F4 y F5), en /i/ (F3 y F5), en /o/ (F2, F3, F4 y F5).
- Valores de energía más bajos en el grupo de niños disfónicos, siendo las diferencias estadísticamente significativas en /a/ (E1, E2 y E3), en /e/ (E2 y E3), en /i/ (E2, E3 y E5), en /o/ (E2, E3, E4 y E5) y en /u/ (E2, E4 y E5).
- La presencia de nasalidad se relaciona con alteraciones de la voz. El FN1 y FN2 en vocal /i/ se registró con mayor frecuencia en el grupo con disfonía.
- Se registró presencia de nasalidad en el grupo de niños sin disfonía, especialmente con la vocal /i/.

En las vocales promediadas se encontró:

- Valores de formantes más elevados en el grupo de niños disfónicos en F4 y F5 y menores en F1, F2 y F3, siendo significativas las diferencias solamente en F1.
- Valores de energía más bajos en el grupo de niños disfónicos, siendo las diferencias estadísticamente significativas en E2, E3 y E4.

BIBLIOGRAFIA

- Boersma, P., Kovacic, G.: *Spectral characteristics of the three styles of Croatian folk singing*. J. Acoust. Soc. Am. 2006 Mar; 119 (3): 1805-16.
- Ceconello, L., Golub, N.: *Inicio vocal predominante en niños*. Fonoaudiológica Revista Digital, ASALFA. 2008, tomo 54, N° 1, pp 57-67.
- Cleveland, T.F., Sundberg, J., Stone, R.E.: *Long-term-average spectrum characteristics of country singers during speaking and singing*. J. Voice 2001; 15(1): 54-60.
- Gauffin, J., Sundberg, J.: *Clinical applications of acoustic voice analysis - acoustical analysis, results and discussion*. Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress Report and Status Report (Stockholm), 1977; 2-3: 61-70.
- Gurlekian, J.A.: *El laboratorio de audición y habla del LIS*. En *Procesos Sensoriales y Cognitivos*. Ed. Dunken. M. Guirao, editor. 1997, pp 55-81.

-Gurlekian, J.A. La percepción auditiva. En: La percepción auditiva: un enfoque transversal. Ed. ICCE CEPE. I.B. Sanchez editor.2001, pp. 51-90.

-Kitzing, P.: *LTAS criteria pertinent to the measure of voice quality. Journal of phonetics*, 1986; 14: 477-472.

-Linville, S.E., Rens, J.: *Vocal tract resonance analysis of aging voice using long-term average spectra. J. Voice* 2001; 15 (3): 323-30.

-Mendoza, E., Valencia, N., Muñoz, J., Trujillo, H.: *Diferences in voice quality between men and women: use of the long-term average spectrum (LTAS). J. Voice* 2006 Mar; 10 (1): 59-66.

-Pittam, J.: *Discrimination of five voice qualities and prediction to perceptual ratings. Phonetica*. 1987; 44 (1): 38-49.

-Sundberg, J., Nordstrom, P.: *Raised and lowered larynx. The effect on vowel formant frequencies. Speech Transmission Laboratory. Quarterly Progress and Status Report*. 1976; 2-3: 35-59.

-Wendler, J., Rauhut, A., Krüger, H.: *Classification of voice qualities. J. Phonetics*. 1986; 14 (4): 483-8.