

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Biomédica



TRABAJO DE DIPLOMA

Obtención de valores normativos de nasalidad en patologías del habla en la región central de Cuba

Autor: Idonys Llerena Díaz

Tutor: Ing. Beatriz Guerra Santana

Santa Clara

2013

"Año 55 del triunfo de la Revolución"

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Biomédica



TRABAJO DE DIPLOMA

**Obtención de valores normativos de nasalidad en
patologías del habla en la región central de Cuba**

Autor: Idonys Llerena Díaz

idonys@uclv.edu.cu

Tutor: Ing. Beatriz Guerra Santana

bguerra@uclv.edu.cu

Santa Clara

2013

"Año 55 del triunfo de la Revolución"



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Informática, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Tutor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

PENSAMIENTO

“Condiciones de vida difíciles son indispensables para forjar la personalidad humana.”

Alexis Carrel

DEDICATORIA

A mis padres por ser mis guías y mi ejemplo a seguir, por permitirme llegar hasta aquí y por luchar a mi lado, sepan que los quiero.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por hacer posible que yo esté aquí, por su ayuda en todo momento, por ser mi ejemplo a seguir cada día, por su cariño y amistad.

A mi tutora por su dedicación, esfuerzo y paciencia, por soportarme.

A mi familia y amigos por existir.

A mis hermanos, por creer en mí y por aguantarme todo este tiempo.

A Wilker y a Dayana, por estar siempre a mi lado.

A Javier, porque sin su ayuda no hubiese podido terminar mi tesis, gracias por todo.

A mis tíos por ayudarme en todos momentos de mi vida, por creer que podía lograrlo.

A mis compañeros de cuarto: Andro, Aparicio y Dian, por estar conmigo en las buenas y en las malas.

A mis compañeros de grupo, a los que siguieron y a los que quedaron en el camino, en todo este camino maravilloso que ha sido la universidad.

A todos los profesores que de una forma u otra aportaron en mi formación profesional.

A los especialistas de la Clínica, especialmente Norma y Anay.

No encuentro palabras para agradecerles: Infinitas gracias.

TAREA TÉCNICA

- ❖ Revisión bibliográfica acerca de estudios realizados sobre mediciones de nasalidad en habla patológica.
- ❖ Determinación de los ejercicios para las mediciones de nasalidad en conjunto con los especialistas de Logopedia y Foniatría de la Clínica Chiqui Gómez de la provincia de Villa Clara.
- ❖ Realización de mediciones a pacientes con patologías del habla en la zona central de Cuba.
- ❖ Análisis de las mediciones realizadas con herramientas estadísticas para obtener valores normativos de nasalidad en la zona central de Cuba.
- ❖ Redacción del informe.

Firma del Autor

Firma del Tutor

RESUMEN

La cuantificación de la nasalidad es un parámetro relevante que se basa, en la mayoría de los casos, en las evaluaciones subjetivas de los especialistas. Existen en el mundo diferentes sistemas de medición que permiten el análisis objetivo de la nasalidad, lo cual garantiza un mejor diagnóstico para los especialistas. En el año 2010 fue creado en el Centro de Estudios de Electrónica y Tecnologías de la Información (CEETI), en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), un sistema de medición de la nasalidad, llamado también Nasómetro, para su utilización en las consultas de Logopedia y Foniatría de la provincia de Villa Clara. El presente trabajo se basa en la realización de grabaciones con el sistema a diversos grupos de pacientes para definir valores normativos de nasalidad en habla patológica, además de determinar los ejercicios de diagnóstico válidos para las pruebas y contribuir así a un mejor uso del dispositivo.

Las mediciones se realizaron en la consulta de Logopedia y Foniatría de la Clínica “Chiqui Gómez” de la ciudad de Santa Clara. Para el análisis de los datos se tuvieron en cuenta las evaluaciones subjetivas de los especialistas y se utilizaron programas como: SPSS para Windows (versión 16.0) y Matlab 2010 con los cuales se obtuvieron valores de estadística descriptiva, además de realizarse otras pruebas de validación que permitieron determinar los valores normativos de nasalidad que separan los grupos de personas estudiados.

TABLA DE CONTENIDOS

<i>PENSAMIENTO</i>	i
<i>DEDICATORIA</i>	ii
<i>AGRADECIMIENTOS</i>	iii
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	1
Organización del informe	3
CAPÍTULO 1. Fundamentos teóricos sobre la nasalidad en patologías del habla.	4
1.1 Mecanismo de producción de la voz.	4
1.2 Puente velofaríngeo y su influencia en los sonidos	6
1.2.1 Disfunción velofaríngea.....	7
1.3 Conceptos relacionados con la nasalidad.....	8
1.4 Patologías que afectan la nasalidad.....	9
1.5 Sistemas existentes para la medición de la nasalidad.	13
1.6 Mediciones de nasalidad realizadas en el mundo.	14
1.7 Conclusiones parciales.....	17
CAPÍTULO 2. Análisis del sistema para la medición de la nasalidad.....	18
2.1 Hardware del sistema para la medición de la nasalidad.....	18
2.2 Circuito de acondicionamiento de la señal de entrada.....	20

2.3	Software del sistema para la medición de la nasalidad.	21
2.4	Calibración del sistema.	24
2.5	Mediciones realizadas a pacientes con patologías.	24
2.6	Análisis estadístico de las muestras.	25
2.7	Conclusiones parciales.	26
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		27
3.1	Análisis del proceso para la obtención de muestras de nasalidad.	27
3.2	Análisis de la Estadística Descriptiva.	28
3.2.1	Análisis de las muestras con habla hiponasal.	28
3.2.2	Análisis de las muestras con habla normal.	29
3.2.3	Análisis de las muestras con habla hipernasal.	30
3.3	Pruebas de validación de los resultados.	31
3.3.1	Pruebas de separación entre los grupos Hiper–Normal	34
3.3.2	Pruebas de separación entre los grupos Hipo–Normal	35
3.4	Definición de valores normativos de nasalidad en patologías.	36
3.5	Conclusiones parciales.	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		39
Conclusiones		39
Recomendaciones		39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		40
ANEXOS		44
Anexo I	Análisis de las muestras con habla hiponasal	44
Anexo II	Análisis de las muestras con habla normal.	46
Anexo III	Análisis de las muestras con habla hipernasal.	47

Anexo IV Ficheros utilizados en Matlab para la muestra Hiper-Normal.	49
Anexo IV Ficheros utilizados en Matlab para la muestra Hipo-Normal.	50

INTRODUCCIÓN

El lenguaje humano requiere el uso de un sistema de comunicación que permita un intercambio de información confiable y sin distorsiones entre individuos y grupos, cuyo fin es la comunicación. Este se va desarrollando e integrando progresivamente en el ser humano por acción de la maduración y del estímulo ambiental, convirtiéndose en un campo de gran cantidad de investigaciones para la medicina y las aplicaciones de la tecnología. Los conocimientos desarrollados acerca de la fisiología de la voz y su procesamiento al campo de las ciencias de la vida, tienen gran utilidad en sistemas de diagnóstico y constituyen la base de numerosas terapias de rehabilitación.

La nasalidad, como rasgo diferencial del repertorio consonántico, es definitiva en el logro de la inteligibilidad y la aceptabilidad social, ya que es una de las características que relaciona el flujo de aire nasal y oral durante el habla [7]. Cuando se presentan variaciones en la nasalidad de las producciones de los hablantes también se modifica el grado de comprensión del mensaje. Una deficiencia, ya sea por exceso o insuficiencia de resonancia nasal, provoca una incorrecta pronunciación de los sonidos. Dichas deficiencias pueden ser causadas por disímiles patologías o disfunciones, ya sean congénitas o accidentales.

A lo largo de la historia varios científicos e investigadores se han dedicado a la tarea de obtener patrones de nasalidad con la realización de diversos estudios argumentados en bibliografía científica, que reporta el empleo de valores normativos existentes en el mundo adquiridos por sistemas de medición de nasalidad llamados nasómetros, diseñados principalmente por las compañías Glottal Enterprises y Kay Elemetrics.

El nasómetro es una herramienta creada por el Dr. Sam Fletcher [1][2] en 1985. En 1970 el Dr. Fletcher construyó un equipo llamado TONAR (the oral nasal acoustic ratio) que fue recibido en el medio de forma asertiva y posteriormente fue adaptado y desarrollado con el

nasómetro, herramienta que computariza y analiza la nasalidad, utilizada desde entonces, el cual se basan en la simplicidad, no son invasivos y sus datos son de fácil interpretación y validación.

Desafortunadamente, en Cuba, los pacientes que presentan patologías que afectan la resonancia nasal son diagnosticados, en algunos casos operados y luego rehabilitados, y aun así no se cuenta con un mecanismo para un buen diagnóstico objetivo y una documentación de la evolución del paciente una vez iniciada la rehabilitación.

Para intentar dar solución a este problema fue diseñado en el año 2010, por los investigadores del Departamento de Procesamiento de Voz del CEETI, un sistema de medición de la nasalidad llamado *NasometryStudio V1.0* [3]. Dicho sistema está conformado por hardware y software, compuesto por un circuito de acondicionamiento y dos micrófonos, separados por una placa para dividir las señales de aire nasal y oral.

Debido a la necesidad existente en las consultas de Logopedia y Foniatría de la provincia de Villa Clara, de utilizar el sistema de medición diseñado para realizar un correcto diagnóstico en la determinación de patologías relacionadas con la resonancia nasal y su adecuado tratamiento, es de gran importancia la realización de este trabajo. En este estudio se analizaron pacientes con presencia de patologías que afectan la nasalidad, de la zona central de Cuba, que asisten a la consulta de la clínica bajo estudio. La evaluación subjetiva del estado de la resonancia nasal de cada paciente fue realizado por las doctoras que allí radican. Para el análisis de las mediciones se utilizó la herramienta *SPSS* (para Windows) versión 16.0 paquete para análisis estadísticos y la gestión de datos, con el objetivo de obtener la estadística descriptiva de la muestra. Además el uso del programa *Matlab*, el cual nos permitió realizar las pruebas de validación necesarias para el desarrollo del trabajo.

Con el fin de lograr dar solución al problema existente se plantean los siguientes objetivos de investigación:

Objetivo General:

Obtener valores normativos de nasalidad de diferentes patologías del habla en la región central de Cuba.

Objetivos Específicos:

- Establecer, en conjunto con los especialistas en Logopedia y Foniatría, los tipos de ejercicios adecuados para el análisis de la nasalidad con el sistema.
- Realizar grabaciones con el sistema de medición a pacientes que presenten afectación de la resonancia nasal para establecer diferencias entre las mediciones obtenidas.
- Definir valores normativos de la nasalidad a partir de las medidas obtenidas, haciendo un análisis cualitativo y cuantitativo de las mismas.

Organización del informe

El informe del trabajo está estructurado de la siguiente manera: introducción, capitulario, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos. En la introducción se dejará definida la importancia, actualidad y necesidad del tema que se aborda y se dejarán explícitos los elementos del diseño teórico, además se plantea la necesidad de la investigación, antecedentes y las características de las mediciones realizadas. En el Capítulo I se realiza la fundamentación teórica sobre la nasalidad, se ofrece una pequeña introducción al mecanismo de producción de la voz, conceptos relacionados con las patologías del habla y su influencia. Se analizan diferentes estudios realizados en el mundo con respecto al tema. En el Capítulo II se analizan las características del sistema utilizado para las mediciones y se caracteriza el proceso de obtención de las muestras para la realización del estudio. El Capítulo III se dedicará a analizar los resultados obtenidos a partir de los análisis estadísticos realizados, teniendo como objetivo final obtener valores normativos de nasalidad en patologías del habla para su posterior uso en las consultas de Logopedia y Foniatría. A modo de conclusiones se exponen los principales resultados que deben dar respuesta a los objetivos planteados a inicio del trabajo. Las recomendaciones indicarán las mejoras palpables para futuros trabajos en el tema. La bibliografía muestra todo el material consultado para la elaboración del trabajo. Y por último los anexos contienen información complementaria, que sirven de base en la profundización de diferentes temáticas tratadas en el informe.

CAPÍTULO 1. Fundamentos teóricos sobre la nasalidad en patologías del habla.

En el presente capítulo se realiza la fundamentación teórica sobre la nasalidad como un hecho fonético-fonológico, además como un concepto acústico e innovador en el campo de la lingüística. Igualmente, se ofrece una pequeña introducción al mecanismo de producción de la voz, así como los diferentes conceptos relacionados con algunas de las disímiles patologías del habla y su influencia en la resonancia nasal. Y por último, se analizan diferentes estudios realizados en el mundo, relacionados con la medición de la nasalidad, en los cuales se destaca su utilidad en el análisis de los resultados obtenidos y las diferencias entre ellos.

1.1 Mecanismo de producción de la voz.

La voz es producida por la excitación acústica de una cavidad variante en el tiempo, el tracto vocal, la cual es la región de la cavidad de la boca acotada por la cuerdas vocales y los labios. Los variados tipos de sonidos son producidos ajustando tanto el tipo de excitación, como la forma del tracto vocal. [38]

El mecanismo de producción de la voz puede modelarse por un sistema compuesto de tres etapas: [38]

Fuente: encargada de la generación de sonidos (pulmones, cuerdas vocales).

Articulación (Modulador): le da forma y entonación a los sonidos que se están generando, comprende el tracto vocal el cual se puede modelar como una caja resonante que modifica (filtra) el sonido proveniente de las cuerdas vocales.

Radiación: corresponde a la parte final de las cavidades oral y nasal, por donde se expulsa el sonido.

1.1.1 Fisiología del aparato de fonación

El aparato de fonación es el conjunto de órganos del cuerpo humano que funcionan para producir la voz (ver Figura 1.1). Los órganos que intervienen en esa función son: los pulmones, el diafragma, los bronquios, la tráquea, la laringe, la boca, el paladar, la lengua, los dientes, los labios, etc. El aire contenido en los pulmones sale de éstos estimulado por el diafragma, músculo transversal que regula la respiración. El aire pulmonar se conduce por los bronquios hacia la tráquea, en cuyo extremo superior está la laringe.

La laringe presenta un estrechamiento por cuatro pliegues, dos a cada lado, son las cuerdas vocales. Entre las cuerdas derechas e izquierdas hay una abertura que se cierra o se abre para dejar pasar el aire pulmonar, es la glotis; las vibraciones de las cuerdas vocales haciendo abrir y cerrar la glotis, producen un sonido neutro que es la voz, es un sonido muy aproximado al de la vocal “A”.

Estas distintas posiciones de la lengua, la boca, los labios etc., constituyen las articulaciones de la voz. [4][5]

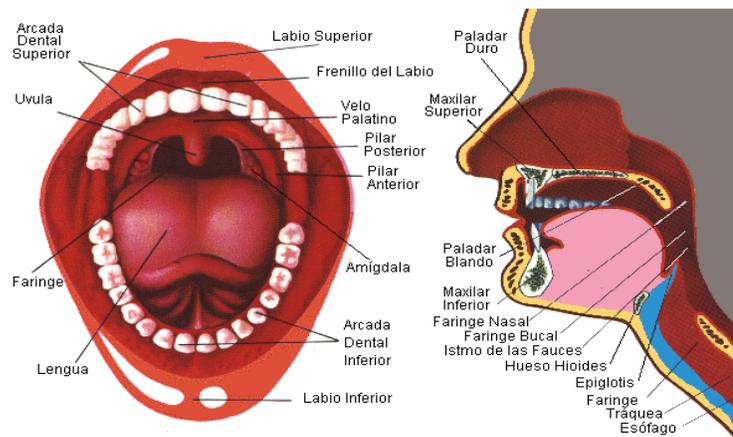


Figura 1.1 Aparato de fonación.

1.2 Puente velofaríngeo y su influencia en los sonidos

El puerto velofaríngeo, o paladar blando como también se le llama, es una de las partes que constituye el paladar, que además presenta una porción gingival o encía, una zona grasa y una zona glandular. [6]

El paladar constituye la pared superior o techo de la cavidad oral. Está dividido en dos partes, la bóveda palatina o paladar óseo en sus dos tercios anteriores, y el paladar blando o velo del paladar en su tercio posterior. En el centro y en la parte más posteroinferior del velo del paladar cuelga la úvula o campanilla. El cierre o abertura del velo del paladar es lo que permite la pronunciación de sonidos nasales y orales [6].

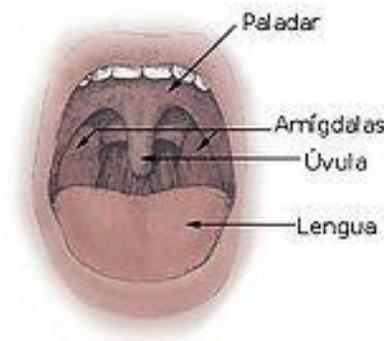


Figura 1.2 Velo del paladar o puerto velofaríngeo. [39]

Cuando hablamos, algunos sonidos suelen emitirse por la nariz como los de /m/, /n/ y /ñ/ y se puede sentir la vibración en esta cuando se pronuncian palabras como “mamá” y “no.” En este caso el velo del paladar queda en posición descendida y sin contactar con la pared posterior de la faringe; es por este espacio que el aire logra pasar hacia las fosas nasales, adquiriendo el sonido emitido, un timbre eminentemente nasal. La mayoría de otros sonidos que se caracterizan por ser sonidos orales como los que se emiten al pronunciar las palabras “papá” y “gato”, suelen salir solamente por la boca debido a que el velo del paladar se une con la pared posterior de la faringe cerrando así el paso del aire hacia la nariz, saliendo entonces por la cavidad bucal. Por tanto se puede afirmar que sin la

existencia del puerto velofaríngeo, todos los sonidos saldrían nasalizados y prácticamente ininteligibles.

1.2.1 Disfunción velofaríngea

Como se había mencionado anteriormente, para la producción de los fonemas (sonidos) orales, que constituyen la mayor parte del idioma español, el velo del paladar se une con la pared posterior de la faringe, cerrando así, el paso del aire hacia la nariz y saliendo entonces por la cavidad bucal (ver Figura 1.3). [6]

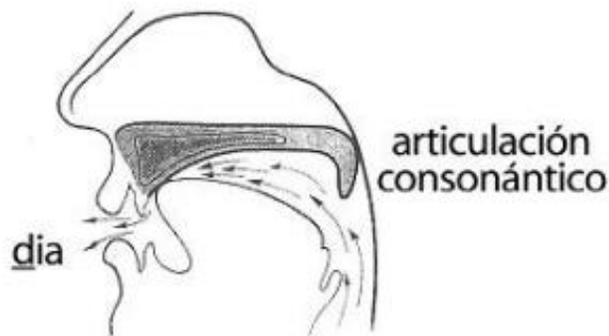


Figura 1.3 Cierre normal durante la producción de los sonidos consonánticos orales. [7]

La disfunción velofaríngea (DVF) ocurre cuando la abertura entre el paladar blando y la pared posterior de la garganta (espacio velofaríngeo) no puede cerrar correctamente durante el habla. Este problema resulta en la salida de aire o sonido por la nariz que no se necesita durante la emisión de sonidos orales.

Los individuos con DVF no pueden cerrar eficazmente este espacio, y debido a esto el aire sale indebidamente por la cavidad nasal en sonidos que no lo requieren (ver Figura 1.4).



Figura 1.4 El cierre inadecuado durante la producción de sonidos consonánticos orales. Característico de sonidos nasales. [7]

Causas de la DVF

Por lo general, la DVF puede ocurrir por dos razones. Primero, si no hay suficiente tejido del paladar, el paladar blando reparado puede ser más corto de lo normal. Como una consecuencia de esto, el paladar blando puede ser demasiado corto para hacer contacto con la pared posterior de la garganta superior como se mostró en la Figura 1.4. Segundo, es posible que los músculos que muevan el paladar blando y las paredes de la garganta superior no puedan funcionar correctamente para mover estas estructuras lo suficientemente lejos o rápido como para hacer cerrar el espacio velofaríngeo cuando sea necesario. En algunas ocasiones, una combinación de estos factores puede resultar en un mal funcionamiento velofaríngeo.

1.3 Conceptos relacionados con la nasalidad

Nasalidad

Es el juicio perceptual o impresión subjetiva acerca de la presencia o ausencia de rasgos nasales en la producción del habla. El término nasalidad ha sido propuesto por Fletcher y sus colaboradores [2] para una medida de cierre velofaríngeo durante el discurso sonoro en el que se compara la energía acústica emitida por vía nasal a la energía emitida por vía oral. Uno de los métodos de evaluación más confiables de la señal de voz nasal es a través de la medición de nasalidad. La nasalidad (ver Ecuación 1) se ha definido como la relación entre

el nivel de presión sonora nasal (n) a la oral (o), y que comúnmente se deriva a través de la siguiente fórmula:

$$\frac{n}{n + o} \times 100 \quad (1)$$

La medición de nasalidad se ha descrito a menudo como una medida útil en la valoración de resonancia nasal excesiva o disminuida en el discurso, particularmente desde que puede derivarse a través de medios instrumentales no-invasivos y bastante simples.

La nasalidad, se refiere a la baja calidad de voz, que resulta de la adición inapropiada del sistema de resonancia nasal al tracto vocal. En contraste a la emisión nasal, la nasalidad no envuelve grandes flujos de aire nasal, por lo que no hay cambios significativos en la presión de aire intraoral.

La nasalidad también conocida como rinolalia, puede manifestarse como hipernasalidad o hiponasalidad, en dependencia del grado de resonancia nasal existente.

Hipernasalidad o Hiperrinolalia

Describe una resonancia nasal excesiva; esta es causada por un defecto de acoplamiento de la cavidad nasal a la vía vocal durante la producción de vocales y puede ser el resultado de cualquier cuadro que impida el cierre velofaríngeo efectivo como: fisuras palatinas, fisuras submucosas, longitud inadecuada del velo, parálisis o paresia del velo o de los músculos constrictores faríngeos. [9][11]

Hiponasalidad o Hiporinolalia

Consiste en la falta de resonancia nasal al emitir las consonantes nasales; es causada por el fallo de la cavidad nasal para acoplarse al resto de la vía oral. Como por ejemplo: tabique desviado, pólipos nasales, adenoides hipertrófico o sincronismo velar impropio. [7][11]

1.4 Patologías que afectan la nasalidad.

Como se había dicho anteriormente, la nasalidad puede manifestarse como hipernasalidad y hiponasalidad. Esta clasificación se debe a la aparición de disímiles patologías que afectan

la producción del habla. Entre estas patologías podemos encontrar Fisura Palatina, Labio paladar hendido, Rinitis, personas con Implante Coclear, entre otras.

A continuación se describen algunas de las principales patologías más comunes en los pacientes que son atendidos en la clínica donde se realizó el estudio y la forma en que cada una de ellas interviene en la resonancia nasal.

Fisura palatina

Afección congénita que según su extensión produce gran distorsión articulatoria, marcada alteración de la resonancia nasal, gran repercusión psicológica. Ocurre cuando las dos mitades del paladar no se unen en la línea media. [11][12]

Las fisuras palatinas se clasifican en completas o incompletas.

- Completa: - Acompañada o no de labio leporino:
 - -Unilateral
 - -Bilateral
- Incompleta (anterior o posterior)

En casos de fisura, se presenta una disfunción del esfínter velofaríngeo para la producción del habla. Esta disfunción se debe al trastorno estructural ocasionado por la fisura y se denomina insuficiencia velofaríngea. La existencia de una hendidura facial requiere un plan terapéutico a largo plazo. Las secuelas de la fisura palatina incluyen problemas en la alimentación y en la nutrición, infecciones otológicas recurrentes que pueden desencadenar una pérdida de la audición, producción anormal del lenguaje y una alteración del crecimiento facial. Pero la discapacidad principal en los pacientes con fisura palatina es la disfunción del habla, fundamentalmente en forma de hipernasalidad o escape del sonido a la cavidad nasal durante la producción de múltiples consonantes y vocales, que llega a alterar la inteligibilidad del lenguaje. Además, la insuficiencia también puede ocasionar un trastorno fonológico que involucra ya no sólo al esfínter sino a todo el tracto vocal (disfunción).

El Fisurado Palatino tiene un complejo de patrones neuromusculares anormales y presenta una elevada nasalidad porque:

- Velo con pobre movilidad.
- Longitud corta del paladar blando.
- No responde a los patrones sutiles de movimiento del paladar que necesita cada sonido.
- Distancia velofaríngea aumentada.
- Reducción de amplitud del canal oral lo que impide la salida de aire bucal por posición alta de la lengua, labios apretados, retracción de maxilar superior.

Labio y Paladar Hendido

Un labio hendido es una separación del labio de arriba. Muchas veces la separación incluye los huesos del maxilar superior y/o el borde alveolar (encía). Un paladar hendido es una abertura del paladar donde los dos lados del paladar no se juntaron cuando el bebé estaba desarrollando antes de haber nacido. Labio hendido y paladar hendido pueden suceder a sólo un lado (hendido unilateral del labio y/o paladar), o a los dos lados (hendido bilateral del labio y/o paladar). [11][15]

Labio hendido y paladar hendido son defectos congénitos, o sea, defectos de nacimiento que ocurren muy temprano en el embarazo. La mayoría de las hendiduras se forman debido a una combinación de causas genéticas y ambientales.

En el tratamiento de pacientes con Labio y Paladar Hendido (LPH) corregido, se pueden presentar problemas de resonancia y emisión vocal, tales como: Hiponasalidad e Hipernasalidad. Sin embargo, se indica que es más frecuente encontrar casos con hipernasalidad (~90%), mientras la hiponasalidad ocurre en un (~10%) [15]. El interés en la detección de la hipernasalidad está relacionado con que su presencia indica problemas anatómico, neurológico y del sistema nervioso periférico. La presencia de hipernasalidad, entendida como el escape de aire nasal y articulaciones compensatorias, conlleva a la baja inteligibilidad de la voz, la cual ocasiona un deterioro de la comunicación con su entorno que se manifiesta en cambios de actitud interpersonal y de comportamiento.

En forma general, en los pacientes con LPH, la nasalidad se manifiesta en una insuficiencia del puerto velofaríngeo, acoplado la cavidad nasal a sonidos vocálicos, lo cual da lugar a

la aparición de una resonancia adicional en la característica amplitud-frecuencia del tracto vocal, y una disminución notable de los formantes F1 y F2.

La reparación quirúrgica de la fisura de paladar secundario provee una restauración funcional del esfínter en alrededor del 80 a 90% de los casos. El porcentaje restante persiste con una insuficiencia velofaríngea denominada residual. La insuficiencia velofaríngea residual causa resonancia nasal aumentada durante el habla. Además, la insuficiencia también puede ocasionar un trastorno fonológico que involucra ya no sólo al esfínter sino a todo el tracto vocal. El trastorno fonológico se denomina articulación compensatoria. [15][16]

Rinitis

La rinitis es un trastorno que causa inflamación de la mucosa de las fosas nasales, por lo que la emisión de aire por la nariz se ve obstaculizada conllevando a una disminución de la nasalidad, o como se le llama en términos médicos, una hiponasalidad. La rinitis es una enfermedad que afecta a la mucosa nasal y produce estornudos, picor, obstrucción, secreciones nasales y en ocasiones falta de olfato. Suele ser muy persistente y dar síntomas diarios, aunque dependiendo de la causa de la inflamación puede dar síntomas solo en temporada concretas. En algunos momentos presenta una inflamación de la mucosa nasal, por ejemplo cuando se encuentra en un local climatizado, cuando hay mucha humedad o cuando se encuentra en presencia de la temporada de invierno; y en otros momentos, como en verano, no presenta este trastorno.

El diagnóstico va encaminado a definir los síntomas y su época de aparición, su duración, su frecuencia y sus posibles desencadenantes.

La intensidad de la rinitis se puede medir mediante la obtención de las presiones de paso del aire a través de la nariz mediante la medición del pico inspiratorio nasal o la rinomanometría. [17][18]

Discapacidad auditiva

La sordera es la dificultad o la imposibilidad de usar el sentido del oído debido a una pérdida de la capacidad auditiva parcial o total, y unilateral o bilateral. Por lo tanto una persona sorda será incapaz o tendrá problemas para escuchar. [34][34]

El implante coclear es un dispositivo electrónico destinado a proveer información auditiva, mejorar la comunicación a las personas que tienen una pérdida auditiva severa-profunda, que no logran comprender el lenguaje hablado con audífonos convencionales. Transforma los sonidos y ruidos del medio ambiente en energía eléctrica que actuando sobre el nervio coclear lo estimula.

La comunicación del paciente sordo va a ser mediatizada por conllevar repercusiones sobre la respiración y la voz: La respiración puede resultar irregular y de apariencia atáxica, observándose incoordinación entre los movimientos torácicos y abdominales. La pérdida de audición produce importantes alteraciones de la voz, caracterizada por una altura tonal muy elevada y por falta de armónicos en su timbre. La voz aparece nasalizada con frecuencia debido a un deficiente control de los movimientos del velo del paladar, por lo que su voz será demasiado aguda o demasiado grave y de intensidad inestable.

Cuando el paciente tiene disminución en la audición, pueden existir alteraciones en la articulación y la voz. Si la pérdida de la audición es profunda, el paciente tiene voz nasal, sin control de volumen, con poca o nada de melodía y con el tiempo pierde la precisión en la pronunciación. Después del estudio audiológico el paciente puede someterse a tratamiento médico Foniátrico con terapia de lenguaje o de voz para corregir las alteraciones. Se usa con mucho éxito la estimulación computarizada con énfasis en el sentido propioceptivo para mejorar el lenguaje la voz. [34]

El criterio de los especialistas está basado en que debería existir un aumento de la resonancia nasal tanto en la consonante nasal como en la vocal (no nasal).

1.5 Sistemas existentes para la medición de la nasalidad.

En el mundo comenzaron a surgir diferentes métodos para la medición de la nasalidad, sobre todo a partir de la década del setenta. Uno de los métodos se desarrolló con la creación del dispositivo llamado nasómetro, el cual basa su éxito, en su simplicidad, por ser no invasivo y de fácil interpretación de sus datos por parte del personal que realiza el diagnóstico. Por ello, se ha convertido en una herramienta clínica estándar a nivel internacional, para la evaluación y el tratamiento de pacientes con problemas de nasalidad.

A continuación se mencionan algunos de las herramientas para la evaluación de la nasalidad existentes actualmente en el mundo.

- ✚ El Nasometer 6200, introducido en 1987 por Kay Elemetrics Corporation, representa el modelo original del dispositivo y es la fuente para determinar gran parte de trastornos del habla y nasalidad normal, además se ha utilizado para describir la resonancia del habla en la población normal y clínica. [26]
- ✚ Posteriormente en 2003, Kay Elemetrics PENTAX introdujo el Nasometer II, modelo 6400, el cual es un instrumento que calcula la proporción de los datos acústicos adquiridos por los dos micrófonos. El coeficiente calculado es llamado nasalización, que es indicativo de nasalidad en el habla y se expresa en por ciento [%]. [26]
- ✚ El Nasometer II, Modelo 6450. El instrumento computa una proporción de los datos acústicos adquiridos por los micrófonos. El Nasometer II 6450 supera las desventajas de los dispositivos invasivos y las máscaras portátiles, se utiliza tanto para diagnóstico, como para terapia. [27]
- ✚ El NasalView es un sistema nuevo y rentable, conformado por software y hardware diseñado para la adquisición de datos, análisis clínicos y el tratamiento de los trastornos de la resonancia nasal. Ofrece mediciones en tiempo real de la hipernasalidad y la emisión nasal a través de una sencilla pantalla gráfica, con la conveniencia y la utilidad clínica de reproducción instantánea, así como la recuperación de base de datos de todas las muestras de voz grabadas. [28]
- ✚ El NasometryStudio.v1.0, nasómetro implementado en el Centro de Estudios de Electrónica y Tecnologías de la Información (CEETI) para la medición de la nasalidad, está compuesto por hardware y software, basado principalmente en las alternativas diseñadas por la Glottal Enterprises y la Kay Elemetrics. [3]

1.6 Mediciones de nasalidad realizadas en el mundo.

Con el paso del tiempo se han realizado disímiles mediciones de nasalidad con el objetivo de ayudar a los médicos y especialistas a definir distintos trastornos en pacientes con problemas del habla, a investigar e indagar más sobre los mismos para tomar decisiones, y

a comprobar el estado de un paciente luego de haber sido sometido a un tratamiento, mostrando las eficiencias o deficiencias del mismo.

Luego de una intensa búsqueda bibliográfica, se ha podido comprobar la existencia de estudios realizados en el mundo relacionados con mediciones de resonancia nasal, fundamentalmente en pacientes con presencia de alguna patología. A continuación se muestra un resumen de algunas de las investigaciones realizadas con respecto al tema.

✚ Según Dalston y Seaver [19][20] en el Departamento de Cirugía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Carolina del Norte unas de las mediciones de nasalidad que fueron realizadas estaban destinadas a medir el control motor del habla y la evaluación clínica de los pacientes con problemas del puerto velofaríngeo, se realizaron estudios donde los resultados demostraron que el equipo utilizado para estas pruebas: el Nasometer II 6450, es un instrumento adecuado que puede ser de valor en la evaluación de pacientes con sospecha de insuficiencia velofaríngea.

✚ Gwen R. J. Swennen del departamento de Cirugía Oral y Maxilofacial en la escuela de medicina de Hannover, en el año 2004, realizó un estudio para evaluar las medidas de nasalidad en los pacientes de habla alemana con diferentes tipos de labio-paladar hendido reparado y para saber si el género presenta diferencias significativas de nasalidad en los grupos de hendiduras. Un total de 125 pacientes (74 hombres y 51 mujeres) fueron incluidos en este estudio, 18 pacientes aislados con labio hendido unilateral, 66 pacientes con labio hendido completo y paladar hendido lateral, 25 pacientes con fisura palatina y 16 pacientes con labio hendido completo y paladar hendido bilateral. Los datos fueron recogidos y se calcularon utilizando el sistema NasalView. El análisis realizado no mostró importantes diferencias de género en cada grupo de hendidura. Similar procedió en el análisis de varianza ya que no mostró significativas diferencias en la distancia media y la proporción de nasalización. En esta evaluación los cálculos se realizaron con herramientas del paquete estadístico SPSS para Windows versión 11. A todos los pacientes se les pidió leer vocales sostenidas "a", "e", "i", "o" y "u"; una sentencia oral y nasal, y tres mixtas-oral. Las estadísticas descriptivas mostraron que los resultados de la media de nasalidad fueron los más altos de la sentencia nasal en

todas las muestras de hendidura. Por otra parte el resultado de la nasalidad para todos los estímulos de lectura a excepción de la vocal “A” y la frase nasal, tuvo un ascenso en el grupo del paladar hendido con respecto al grupo con labio hendido unilateral. [21]

✚ En el año 1993 se realizaron estudios para comparar la puntuación de nasalización antes y después de la reparación del paladar hendido [22]. Y posteriormente en 1998 se hizo una evaluación cuantitativa de la nasalización después de la hemilaringectomía vertical en pacientes con carcinoma de la laringe, donde los resultados mostraron que la nasalización determinada, tenía una diferencia significativa entre los grupos quirúrgicos y el grupo normal [23].

✚ Según un trabajo realizado en Cuba en el año 1999 en el Hospital Pediátrico Docente “Juan Manuel Márquez” a los pacientes fisurados labiopalatinos se les realizó una medición subjetiva/perceptual de nasalidad antes de la cirugía diagnosticándose una hipernasalidad. Luego, en las mediciones posteriores a la cirugía y el tratamiento se demostró la disminución de estas y otras perturbaciones presentadas por cada paciente. [24]

✚ En el año 2001 se realizaron estudios en el Instituto de Foniatría, Universidad de Utrecht de los Países Bajos con pacientes que presentaron, como trastorno principal, un paladar corto congénito, sin una hendidura, en la mayoría de los casos revelados por la adenoidectomía. Estos estudios revelaron que luego de una intervención quirúrgica las mediciones de nasalidad mostraron un menor porcentaje de nasalización. Dichas mediciones se han realizado con el equipo llamado Nasómetro y la mayoría de los estudios que se han hecho en distintas universidades y clínicas del mundo han dado como resultados que el Nasómetro es un instrumento adecuado que puede ser de valor en la evaluación de pacientes con sospecha de insuficiencia velofaríngea así como la evaluación cuantitativa precisa de la cirugía velofaríngea funcional. [25]

✚ Carolyn M. Mayo y Robert Mayo en el artículo “Valores normativos de nasalidad en todos los idiomas” de la revista electrónica internacional de comunicación y trastornos de la comunicación ECHO, realizaron un estudio para evaluar el comportamiento de la nasalidad, tanto para diferentes idiomas como sexo y edad,

arrojando como resultado: valores estadísticamente menores en niños (9-19 años) que en adultos (20-85 años), lo cual puede ser provocado por el alargamiento del tracto bucal en etapas del crecimiento influyendo en las características acústicas de la resonancia oral y cavidades nasofaríngeas, cambios fisiológicos que influyen en el control neuromuscular del puerto velofaríngeo o cambios asociados con el envejecimiento avanzado del tracto bucal. En este artículo también se resaltan las diferencias de los valores obtenidos con los sistemas Nasometer 6200 y Nasometer II 6400. [26]

1.7 Conclusiones parciales.

Luego de una extensa revisión bibliográfica realizada a todo el estado de arte se puede observar claramente cómo la nasalidad es un tema delicado que influye grandemente en la producción del habla y por consiguiente en el ámbito social.

Como se ha mostrado existen distintas patologías relacionadas con el habla y dentro de estas se encuentra la inadecuada emisión de aire por la nariz en la pronunciación de los sonidos. Esto lleva consigo la aparición de una hiperrinolalia o una hiporrinolalia o como también puede llamársele hipernasalidad o hiponasalidad. Estas anomalías se pueden detectar muchas veces de manera subjetiva, pero para un mejor diagnóstico se pueden realizar mediciones utilizando dispositivos y herramientas que permitan de manera objetiva obtener una mejor evaluación de los trastornos así como un adecuado tratamiento y evolución de los mismos.

CAPÍTULO 2. Análisis del sistema para la medición de la nasalidad

La nasalidad es una variable que se puede medir mediante la captación del sonido o del flujo de aire. Por ello se han desarrollado equipos para la medición tanto de la intensidad relativa de los componentes oral y nasal del habla, en este caso el nasómetro, como del flujo absoluto de aire nasal. En el año 2010 fue diseñado e implementado en el CEETI, por los investigadores del departamento de Procesamiento de Voz, un sistema de medición de nasalidad llamado NasometryStudio V1.0 [3], para satisfacer las necesidades de estudios de nasalidad de los especialistas en la rama de logopedia y foniatría. En la Figura 2.1 se muestra el diagrama en bloques del sistema a utilizar en la obtención de las muestras.

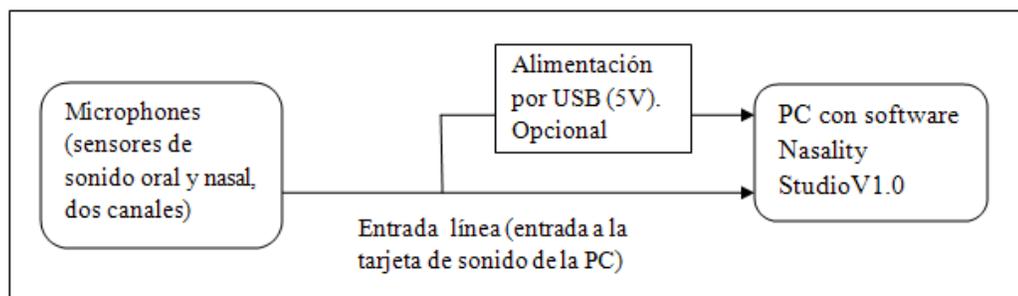


Figura 2.1: Diagrama en bloques del sistema a emplear para las mediciones de nasalidad.

2.1 Hardware del sistema para la medición de la nasalidad.

Primeramente es importante empezar recordando la forma de calcular la nasalidad, la cual se ha definido como la relación entre el nivel de energía sonora nasal (n) a la oral (o), y que comúnmente se deriva a través de la Ecuación (1), comentada en el capítulo anterior. [29]

El sistema propuesto para la medición de la nasalidad posee una serie de componentes tanto mecánicos como eléctricos, los cuales se enumeran a continuación:

➤ **Componentes mecánicos:**

Separador: Este posibilita la separación de los sonidos oral y nasal para la adquisición de ambos por separado y luego poder visualizarlos y analizarlos sin ser mezclados.

Soporte: Existen distintos diseños, en dependencia de la compañía que los fabrique:

- De Mano.
- De Cabeza.

Para las mediciones realizadas en este trabajo es usado el que utiliza el soporte de mano el cual se muestra en la siguiente figura.



Figura 2.2: Nasómetro para el análisis de la nasalidad, diseño con soporte manual.

➤ **Componentes eléctricos:**

- Cables.
- Dos resistencias $R=4.3K\Omega$
- Conector A-macho USB.

Una de las ventajas de la conexión por USB es que brinda alimentación al dispositivo externo, la cual se encuentra alrededor de 5V. Partiendo de esta característica se utilizó para el diseño del Nasómetro un conector A-Macho de USB para proporcionarle la energía necesaria a los dos micrófonos Electret utilizados.

- Dos Micrófonos.

El micrófono es un transductor electroacústico con la función de traducir las vibraciones debidas a la presión acústica ejercida sobre su cápsula por las ondas sonoras en energía eléctrica, lo cual da la posibilidad de grabar sonidos. Los micrófonos usados para la implementación del sistema son micrófonos Electret (Figura 2.3): estos son polarizados, de tamaños reducidos; que normalmente no utilizan alimentación pero los Electret disponibles son preamplificados. Internamente presentan un JFET de silicio fabricado por SANYO. Con función de amplificador para transformar la alta impedancia de salida del micrófono en baja impedancia, la cual es requerida en la entrada. [3]

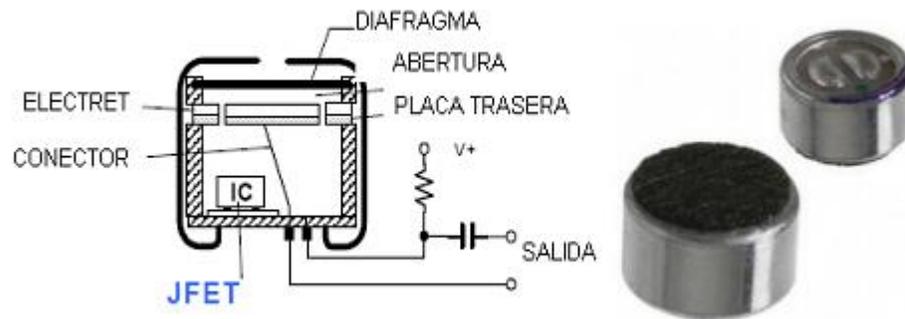


Figura2.3: Micrófono Electret [3]

2.2 Circuito de acondicionamiento de la señal de entrada.

En el caso del nasómetro propuesto en este trabajo, la conexión a la computadora se realiza de dos formas diferentes: la primera es mediante la entrada de micrófono de la tarjeta de sonido y la segunda, la entrada línea con una alimentación por USB, debido a que esta entrada no brinda la alimentación necesaria para los micrófonos utilizados como sensores. Para ello, cuenta con un circuito de acondicionamiento, el cual se muestra en la Figura 2.4, para la entrada línea con una alimentación por USB la cual es opcional, pues solo es necesaria si el ordenador a emplear no presenta alimentación en la tarjeta de sonido. Dicha alimentación se necesita para el amplificador del micrófono. El circuito utiliza dos resistencias de $4.37k\Omega$ para cada canal, sin afectar la impedancia de

entrada de la PC, vista por el micrófono. También usa dos plug estéreos macho y hembra, para salida y entrada respectivamente, y un conector USB2.0. [3]

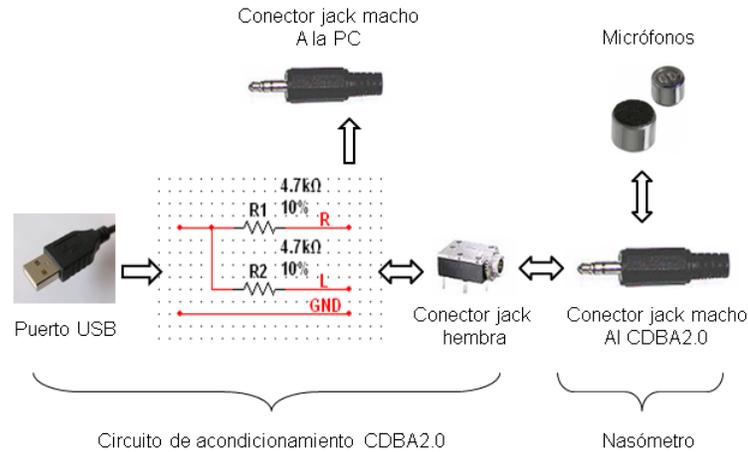


Figura 2.4: Circuito de acondicionamiento de la señal [3]

2.3 Software del sistema para la medición de la nasalidad.

Para el cálculo de la nasalidad y visualización de las señales obtenidas se implementó un software llamado *NasalityStudio V1.0*. El mismo constituye una interfaz realizada en la herramienta *Delphi 7*, la cual interpreta las señales sonoras recibidas por los micrófonos y las muestra de forma de gráfica.

El sistema permite el ajuste o modificación de los umbrales de silencio y nasal, en caso de ser necesario. El umbral de silencio existe para realizar un filtrado de la señal de sonido, bloqueando el ruido ambiental en ambos micrófonos, recomendado para un 3% de nasalidad, en caso del umbral nasal, varía en cuanto al idioma o acento del paciente.

En la siguiente figura se muestra la interfaz de usuario del software desarrollado)

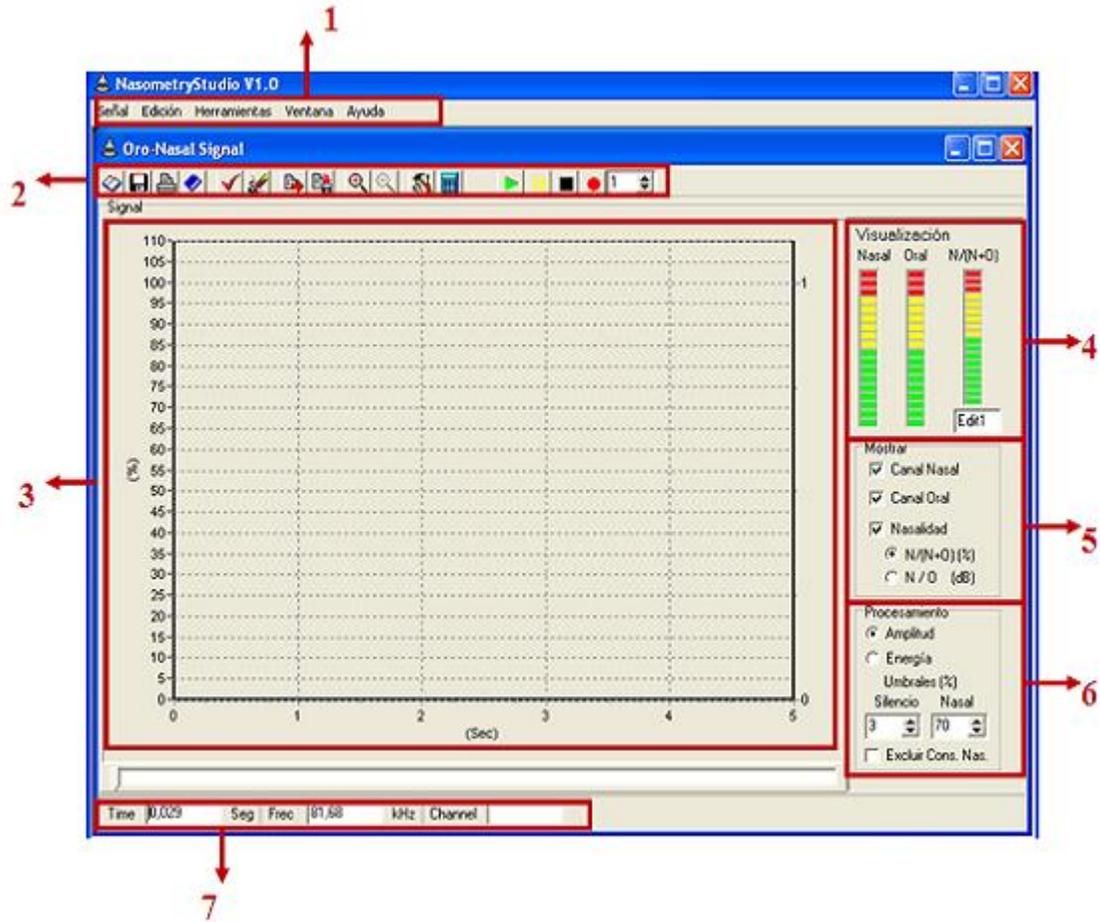


Figura 2.5: Interfaz de usuario del *NasalityStudio V1.0* desarrollado

1. Menú Principal
2. Barra de herramientas
3. Área de visualización
4. Niveles de Intensidad
5. Configuración de visualización
6. Opciones de Procesamiento
7. Barra de Estado

Dicho software brinda posibilidades dentro de las que se encuentra el cambio de umbrales. Por otra parte tenemos la herramienta “Calculadora” (Figura 2.6), la cual brinda medidas

relacionadas con la resonancia nasal que se tienen en cuenta a lo largo del estudio realizado. Estas son:

- Promedio de Sonidos de Alta Nasalidad (PSAN): Este valor nos muestra la nasalidad presente en sonidos nasales, es el promedio de las amplitudes que se encuentran por encima del valor umbral de nasalidad.
- Promedio de Sonidos de Baja Nasalidad (PSBN): Este es el promedio de la región de la señal que está por debajo del umbral de nasalidad, y por tanto están clasificadas como orales.
- Promedio de Sonidos de Alta Nasalidad/Promedio de Sonidos de Baja Nasalidad (PSAN/PSBN): Es la relación existente entre los promedios de alta nasalidad y baja nasalidad descritos anteriormente.
- Promedio de nasalidad total (PNT): Este valor muestra la nasalidad presente en toda la grabación tanto en los sonidos nasales como no nasales. Es decir, el promedio general, independientemente de que la nasalidad esté por encima o por debajo del valor umbral, exceptuando los silencios. [3]

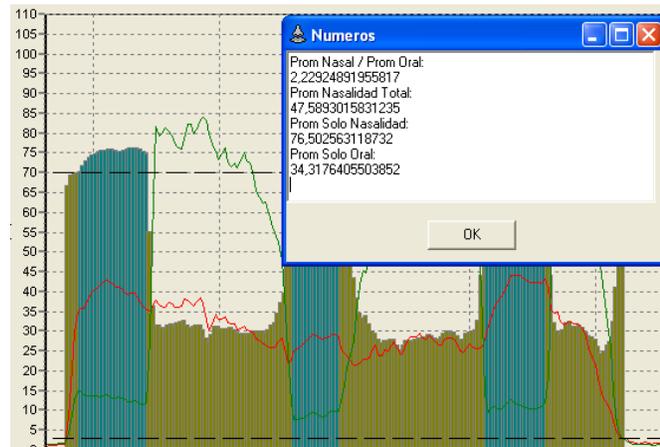


Figura 2.6: La herramienta “Calculadora” brinda los 4 parámetros a analizar para el estudio de la nasalidad.

2.4 Calibración del sistema.

Otra herramienta incluida en el sistema es la posibilidad de calibración de las sensibilidades de los micrófonos. Con este software se pueden utilizar dos micrófonos que presenten una diferencia con respecto a las amplitudes de las señales obtenidas con cada uno de ellos, en correspondencia con la sensibilidad y la calidad de los mismos.

Para el caso en que los sensores sonoros sean de características diferentes: calidad, sensibilidad, potencia y demás, el ejercicio se realiza de la siguiente manera: es grabada la misma señal en cada micrófono por separado, y se evalúan las amplitudes de estas; en caso de existir diferencias, es necesario variar los parámetros de ganancia hasta lograr un equilibrio entre ambas señales. [3]

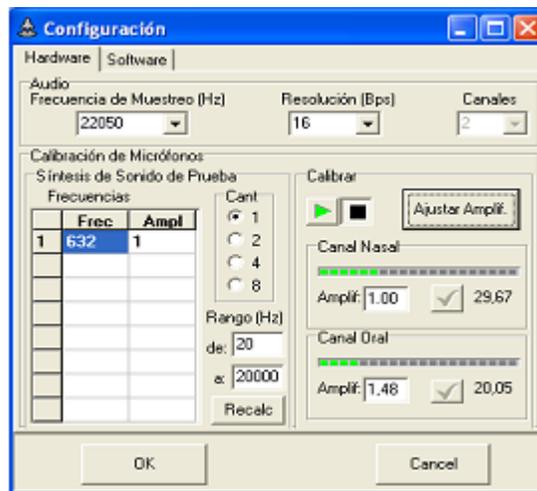


Figura 2.7 Herramienta para la calibración del sistema.

2.5 Mediciones realizadas a pacientes con patologías.

Las grabaciones, en idioma español, se le realizaron a varios grupos de personas con habla patológica de la zona central de Cuba, fundamentalmente de la provincia de Villa Clara. Los pacientes analizados presentaban anomalías con respecto a la resonancia nasal tales como: Fisura Palatina, discapacidad auditiva, Rinitis, etc. El comportamiento de la nasalidad de los sujetos medidos fue determinado por un análisis subjetivo previo de la foniatra Norma L. Méndez de la Clínica “Chiqui Gómez” de esta provincia.

Las mediciones fueron hechas en el local de la consulta de Logopedia y Foniatría de dicha clínica, donde el equipo (umbral de silencio de 3%) no detecta presencia de ruidos externos significativos con influencia en las grabaciones; como aires acondicionados, ventiladores, voces o ruidos de automóviles.

La muestra tomada reúne a un total de 78 pacientes que presentan patologías, permitiendo dividir la muestra en dos grandes grupos: Hiponasalidad e Hipernasalidad, usando un tercer grupo (con habla normal) para comparaciones y posteriores análisis. En la Figura 2.8 se puede observar una grabación realizada a un paciente de 29 años con habla hipernasal.

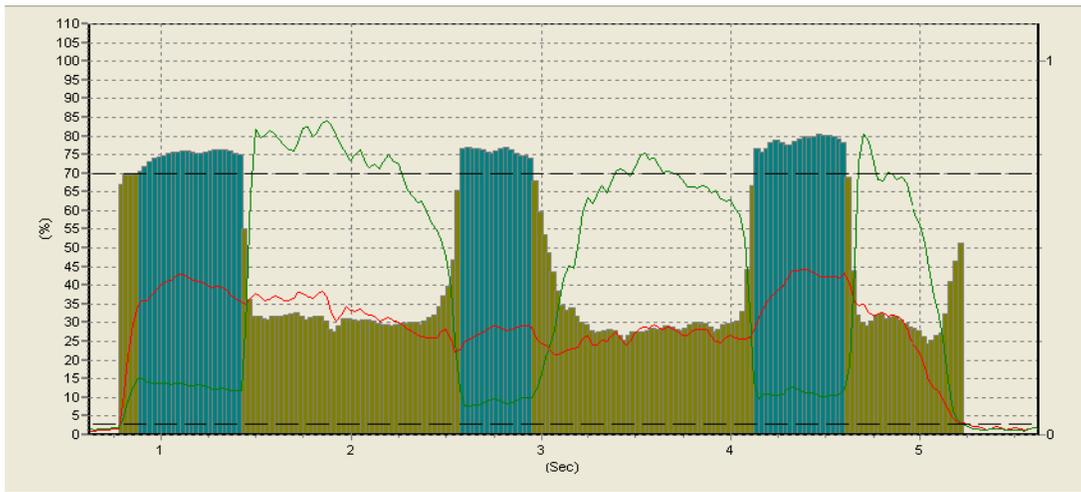


Figura 2.8: Ejemplo de una medición de la palabra mañana, tomada a una paciente de 29 años de edad.

2.6 Análisis estadístico de las muestras.

Para el análisis de las mediciones se utilizó la herramienta SPSS (para Windows) versión 16.0 paquete para análisis estadísticos y la gestión de datos. Con SPSS se pueden adquirir datos desde casi cualquier tipo de archivo y utilizarlos para generar informes tabulados, gráficas, diagramas de distribuciones y tendencias, estadística descriptiva y otros complejos análisis estadísticos. [30]

Además se analizaron parámetros estadísticos descriptivos como: media, desviación estándar, varianza, valor mínimo y máximo. Las muestras fueron tomadas en tres grupos clasificados por patologías, además se aplicaron métodos de validación con el objetivo de confirmar mediante el examen y la provisión de una evidencia objetiva de que se han

satisfecho unos requisitos particulares para un uso específico [31]. Se analizaron: el PSAN/PSBN, el PNT, el PSAN y el PSBN; los cuales caracterizan la nasalidad del paciente.

2.7 Conclusiones parciales.

Con el desarrollo del capítulo se pudo apreciar que se cuenta con el hardware y el software necesario para el desarrollo de la investigación, además se conoce el modo de trabajar con dicha instrumentación. Se analizó el procedimiento de grabación de las distintas mediciones a realizar y se sentaron las bases para el análisis estadístico a desarrollar así como los métodos de validación.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se abordarán los resultados obtenidos durante el período de análisis estadístico de las muestras obtenidas en cada uno de los grupos analizados: hiponasal, hipernasal y pacientes con habla normal. Se explicará el proceso de selección de los ejercicios a utilizar, así como todo lo relacionado con las grabaciones efectuadas. A continuación se realizará el análisis de la estadística descriptiva de las muestras obtenidas en cada una de las patologías, incluyendo la comparación con el grupo de habla normal. Posteriormente se pasará al proceso de validación de los resultados, incluyendo la elección de los valores normativos de nasalidad en cada grupo patológico.

3.1 Análisis del proceso para la obtención de muestras de nasalidad.

Se realizaron grabaciones a un total de 78 personas, en la consulta de Logopedia y Foniatría de la Clínica “Chiqui Gómez” de la provincia de Villa Clara. Las muestras obtenidas se dividieron en tres grupos: 24 con Hiponasalidad, 22 con nasalidad Normal y 32 con Hipernasalidad.

Las grabaciones efectuadas con este sistema fueron de tipo nasal-oral, en muchos casos se le pedía al paciente que pronunciara consonantes nasales (/m/, /n/ y /ñ/) en conjunto con vocales y consonantes no nasales (/p/, /t/ y /q/), formando palabras tales como *año*, *mañana*, *niño*, *pan*, y sílabas como: *pa ta ka*. Los ejercicios fueron determinados en conjunto con los especialistas ya que son de pocas sílabas y combinan varios fonemas. Este tipo de pruebas ayuda a establecer una comparación en relación a la resonancia nasal presente y así comprobar el funcionamiento del sistema.

Se realizaron dos mediciones por ejercicio a cada paciente con vistas a obtener un valor más fiel, puesto que los resultados pueden presentar una pequeña variación de una

medición a otra, debido a las condiciones propias del estado del paciente y del sistema de medición. Se pudo comprobar que de una medición a otra los resultados difieren muy poco. Estas pequeñas diferencias se deben a factores objetivos como la respiración, la pronunciación, la intensidad de la voz y otros que influyen en la producción del habla. Por otra parte se encuentran los factores subjetivos que en algunos casos también pueden afectar el resultado, dentro de estos se pueden encontrar el nerviosismo, sobre todo en los niños por el desconocimiento de la prueba, y el incorrecto uso del Nasómetro

3.2 Análisis de la Estadística Descriptiva.

Dentro del análisis descriptivo de las muestras obtenidas se pueden realizar análisis del valor mínimo, máximo, media, desviación estándar y varianza. Para un mayor entendimiento del trabajo fue necesario recordar brevemente el significado de cada uno de estos parámetros. Uno de los más representativos es la media, siendo esta el valor promedio de la variable aleatoria, también conocido como valor esperado. La varianza es la medida de la variabilidad, es la media de los cuadrados de las diferencias entre cada valor de la variable y la media aritmética de la distribución. [37]

La desviación estándar, también llamada “desviación típica”, es una medida de dispersión usada en estadística que permite saber cuánto tienden a alejarse los valores concretos del promedio en una distribución. De hecho, específicamente, la desviación estándar es "el promedio del cuadrado de la distancia de cada punto respecto del promedio". Se suele representar por una “S” o con la letra sigma “ σ ” y se también define como la raíz cuadrada de la varianza. La desviación estándar puede ser interpretada como una medida de Incertidumbre.[37]

3.2.1 Análisis de las muestras con habla hiponasal.

Para estudiar con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que se necesita conocer también la desviación que presentan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución.

Al analizar cada una de los resultados obtenidos (Ver Anexo I) de los pacientes hiponasales, se puede apreciar cómo en cada una de las palabras grabadas, los valores de

desviación estándar resultan un poco elevados con respecto a la media obtenida (ver Tablas 3.1, 3.2 y 3.3), en los valores de PNT Y PSBN, a diferencia del parámetro PSAN en el cual la desviación estándar es adecuada. En el caso del parámetro PSAN/PSBN, ya que es la relación existente entre los promedios de alta nasalidad y baja nasalidad no tiene mucha relevancia analizarlo ya que va a depender de dos valores diferentes: PSAN y PSBN

Tabla 3.1: Año

	Media	Desv. Típ.
PSAN/PSBN	2.28005	.484260
PNT	34.37651	6.945510
PSAN	67.23059	3.885287
PSBN	30.59388	6.198078

Tabla 3.2: Mañana

	Media	Desv. Típ.
PSAN/PSBN	1.95921	.380671
PNT	40.99127	6.548921
PSAN	68.45985	.875457
PSBN	36.33379	6.187675

Tabla 3.3 Pa ta ka

	Media	Desv. Típ.
PSAN/PSBN		
PNT	23.50496	4.661056
PSAN		
PSBN	23.50496	4.661056

Aquí se puede apreciar como en los parámetros señalados, la desviación típica se encuentra un poco elevada, en el ejercicio pa ta ka, donde no aparecen los valores de PSAN/PSBN debido a que no presenta consonantes nasales. Además se puede apreciar claramente lo antes explicado tomando por ejemplo el parámetro PNT del ejercicio año, el cual presenta una media de 34.38 con una desviación estándar de 6.95; esto pasa de igual manera con PSBN de la palabra mañana, que presenta una media de 36.33 y una S = 6.19.

3.2.2 Análisis de las muestras con habla normal.

En el caso de los pacientes que no presentan ningún trastorno del habla, la desviación estándar de los mismos en cada ejercicio, al igual que los hiponasales, presentan un aumento (ver Tablas 3.4, 3.5 y 3.6) en los parámetros PSBN Y PNT, como en los casos anteriores. Por ejemplo en la palabra año se obtiene una media en PSAN/PSBN de 2.25125

con una $\sigma = .402128$, en PNT la media 36.5861 y $\sigma = 5.59864$, PSAN media 72.0231 y $\sigma = 1.52399$, PSBN media 32.7679 y $\sigma = 5.25904$ (Ver Anexo II).

Tabla 3.4: Año

	Media	Desv. Típ.
PSAN/PSBN	2.25125	.402128
PNT	36.58616	5.598648
PSAN	72.02316	1.523996
PSBN	32.76795	5.259043

Tabla 3.5: Mañana

	Media	Desv. Típ.
PSAN/PSBN	1.9392	.32186
PNT	43.6449	5.76723
PSAN	71.8377	1.09997
PSBN	38.1042	6.29990

Tabla 3.6: Pa ta ka

	Media	Desv. Típ.
PSAN/PSBN		
PNT	23.29523	4.969726
PSAN		
PSBN	23.29523	4.969726

3.2.3 Análisis de las muestras con habla hipernasal.

En los pacientes con hipernasalidad los aumentos significativos de la desviación estándar con respecto a su media se obtienen, al igual que en los casos anteriores, en los parámetros PSBN Y PNT (Ver Anexo III). Estos resultados se observan en las tablas siguientes:

Tabla 3.7: Año

	Media	Desv. Típ.
PSAN/PSBN	2.27378	.390340
PNT	41.79129	6.407768
PSAN	75.76278	3.862207
PSBN	34.21757	5.144696

Tabla 3.8: Mañana

	Media	Desv. Típ.
PSAN/PSBN	2.11036	.477795
PNT	45.47023	7.621830
PSAN	75.08071	3.099474
PSBN	37.10943	7.064919

Tabla 3.9: Pa ta ka

	Media	Desv. Típ.
PSAN/PSBN		
PNT	26.14251	4.418812
PSAN		
PSBN	26.14251	4.418812

3.3 Pruebas de validación de los resultados.

La validación es la confirmación mediante el examen y la provisión de una evidencia objetiva de que se han satisfecho unos requisitos particulares para un uso específico [31]. Se han desarrollado varios métodos que permiten caracterizar un sistema de exploración. Cada uno de ellos tiene distinto grado de adaptación a las diferentes situaciones y problemáticas que pueden encontrarse, atendiendo al tipo de medida o resultado obtenido. Dos de ellos fueron utilizados para el desarrollo de este estudio, las tablas de contingencia y las curvas ROC (acrónimo de **Receiver Operating Characteristic**, o Característica Operativa del Receptor), este último se basa en el establecimiento de las curvas características de funcionamiento [32][36]. A continuación se presentan los rasgos generales de cada una de los métodos sin pretender desarrollarlos, sino dar una idea general de cada una de ellos.

Para la evaluación de métodos cualitativos se usan las tablas de contingencia, las cuales diferencian las muestras en 2 categorías (+ y -) por el *test* de exploración y establecen una tabla de comparación con respecto al método de referencia o confirmación (ver Figura 3.1). Además permite calcular **4 parámetros de desempeño** (Falsos Positivos, Falsos Negativos, Sensibilidad y Especificidad) [33]. Por otra parte las tablas de contingencia tienen ciertas desventajas: [35]

- ❖ Asume que las muestras desconocidas tienen el mismo comportamiento que las que se emplearon en el estudio.
- ❖ Su capacidad depende del número de muestras analizadas.
- ❖ Requiere el procesamiento de las muestras por 2 métodos.

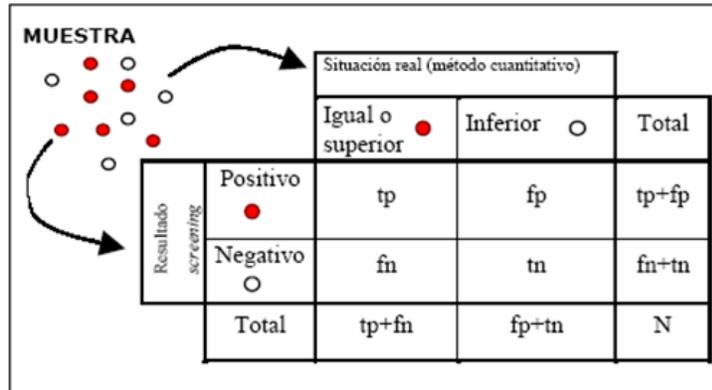


Figura 3.1 Tabla de contingencia.

Donde:

FP: Falso Positivo

FN: Falso Negativo

TP: Positivo Verdadero

TN: Negativo Verdadero

N: Número total de ensayos

Falsos negativos: el resultado de la predicción es negativo pero el valor real es positivo.

Falsos positivos: el resultado de una exploración es positivo y el valor real es negativo.

Positivo Verdadero (TP): el resultado de una exploración es positivo y el valor dado es también positivo.

Negativo Verdadero (TN): tanto la exploración como el valor dado son negativos. [36]

Hay dos parámetros que están relacionados con los límites inferior y superior de concentración que definen la zona de no fiabilidad que son la **sensibilidad** y la

especificidad. La **sensibilidad** se define como la capacidad o habilidad del sistema de exploración de detectar muestras positivas cuando realmente son positivas. De forma similar, la **especificidad** se define capacidad o habilidad del sistema de exploración de detectar muestras negativas cuando realmente son negativas. [33]

En la teoría de detección de señales una **curva ROC** es una representación gráfica de la sensibilidad frente a $(1 - \text{especificidad})$, la cual es equivalente a la Razón de Falsos Positivos (también conocido como Taza de Falsos Positivos, TFP).[36]

El indicador más utilizado en muchos contextos para interpretar dicho método es el área bajo la curva ROC o AUC (por sus siglas en inglés). Este índice se puede interpretar como la probabilidad de que un clasificador ordenará o puntuará una instancia positiva elegida aleatoriamente más alta que una negativa. Se puede demostrar que el área bajo la curva ROC es equivalente a la Prueba de Mann-Whitney, una prueba no paramétrica aplicada a dos muestras independientes, cuyos datos han sido medidos al menos en una escala de nivel ordinal. Este indicador permitió obtener el punto de corte óptimo para cada uno de los parámetros analizados en cada uno de los ejercicios [36]. A continuación se muestran dos posibles puntos de corte obtenidos una vez realizados los análisis correspondientes, ver Figura 3.2.

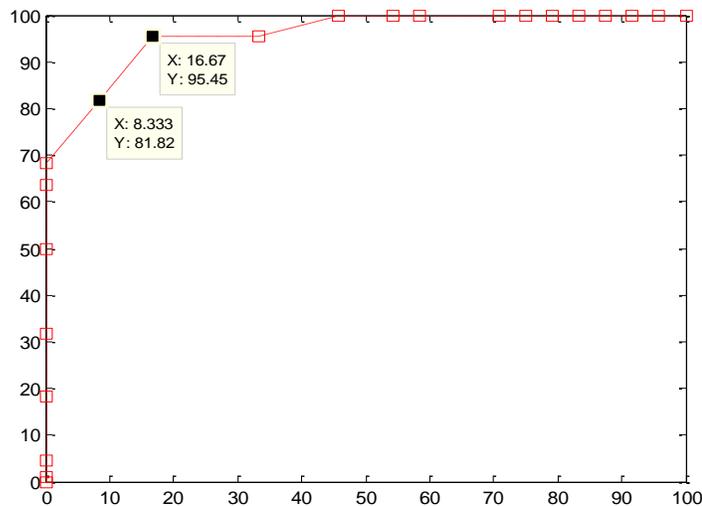


Figura 3.2 Ejemplo de una Curva ROC y la selección de dos posibles puntos de corte.

3.3.1 Pruebas de separación entre los grupos Hiper–Normal

La selección de los posibles puntos de corte en cada uno de los ejercicios se debe a su correspondencia con los demás puntos de la curva ROC y fueron tomados ya que son los que presentan mejor relación sensibilidad – TFP (1-especificidad). A medida que el punto se acerca más a la parte superior izquierda de la curva, mejor es dicha relación. Una vez seleccionados los posibles puntos de corte, se usó el método del cálculo bajo la curva para seleccionar el más óptimo, es una medida global de la exactitud de una prueba diagnóstica. Como se puede apreciar en las tablas 3.10, 3.11 y 3.12 los valores de los errores obtenidos para los puntos donde el AUC era mayor, se muestran un poco elevados en el caso de los parámetros PNT Y PSBN, mientras que para PSAN arroja un resultado aceptable, esto ocurre en cada uno de los ejercicios. El parámetro PSAN/PSBN no se analizó debido a que va a depender de dos valores por separados, lo cual dificulta el proceso de selección de un adecuado punto de corte. Otros de los aspectos que se tuvieron en cuenta para la selección de los puntos de cortes son la sensibilidad y la especificidad, ya que el primero brinda la posibilidad de conocer cuáles de los pacientes con habla hipernasal dan como resultado que en verdad son hipernasales y el segundo permite detectar muestras negativas cuando realmente son negativas. Por ejemplo en la palabra año se obtiene una sensibilidad del 81.25 y una especificidad de 95.46 del parámetro PSAN, las cuales unidos al valor del error permite decir que los pacientes que presentan habla hipernasal en verdad tienen hipernasalidad y el solapamiento que se muestra en la figura 3.3 es mínimo, mientras que en otros casos como el valor de PSBN del mismo ejercicio tiene una sensibilidad de 68.75, que aunque es aceptable, presenta una baja especificidad de 54.55, lo cual quiere decir que hay resultados que deberían dar hipernasales y no dan de esa manera. En el caso de los hipernasales el ejercicio que muestra mejores resultados es la palabra año.

Tabla 3.10: Medidas obtenidas con las pruebas de validación

	año					Mañana				
	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error
PNT	37	75	45.45	54.55	0.333	44.5	56.25	45.4545	54.5455	0.444
PSAN	74.5	81.25	4.545	95.455	0.129	73.5	68.75	4.5455	95.4545	0.204
PSBN	32.5	68.75	45.45	54.55	0.371	38	40.625	45.4545	54.5455	0.537

Tabla 3.11: Medidas obtenidas con las pruebas de validación

	niño					pan				
	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error
PNT	49.5	65.625	45.45	54.55	0.389	48.5	65.625	31.8182	68.1818	0.333
PSAN	73	87.5	13.64	86.36	0.129	73	78.125	13.6364	86.3636	0.185
PSBN	43.5	53.125	50	50	0.482	37	65.625	50	50	0.407

Tabla 3.12: Medidas obtenidas con las pruebas de validación

	pa ta ka				
	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error
PNT	23.5	71.875	54.5455	45.4545	0.3889
PSAN					
PSBN	23.5	71.875	54.5455	45.4545	0.3889

3.3.2 Pruebas de separación entre los grupos Hipo–Normal

Para las muestras con hiponasalidad ocurre de igual manera que con las hipernasales, como se puede apreciar en las tablas 3.13, 3.14 y 3.15 el valor de error que es admisible es el del parámetro PSAN. A raíz de esto podemos decir que dicho parámetro se hace adecuado para comenzar el análisis de la nasalidad de un paciente, ya que además nos muestra el Promedio de Sonidos de Alta Nasalidad. En el caso de los hiponasales ocurre de igual manera que en los hipernasales, ya que existen casos en los que se obtienen bajos resultados de sensibilidad y especificidad que van a ocasionar un solapamiento de los grupos y de esta forma dificultar la selección de los valores normativos por patologías.

Tabla 3.13: Medidas obtenidas con las pruebas de validación.

	año					mañana				
	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error
PNT	35.5	63.6363	41.667	58.333	0.482	42	59.0909	54.167	45.8333	0.556
PSAN	70	90.4545	16.667	83.333	0.241	70	95.4545	4.1667	95.8333	0.185
PSBN	30	72.7272	45.833	54.167	0.463	37.5	50	50	50	0.574

Tabla 3.14: Medidas obtenidas con las pruebas de validación.

	niño					pan				
	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error
PNT	47.5	54.5454	50	50	0.556	41	59.0909	41.667	58.333	0.5
PSAN	70.5	95.4545	16.667	83.333	0.241	70	86.3636	12.5	87.5	0.259
PSBN	43	59.0909	45.833	54.167	0.519	34.5	63.6363	41.667	58.333	0.482

Tabla 3.15: Medidas obtenidas con las pruebas de validación.

	pa ta ka				
	Pto. Corte	sensibilidad	TFP	especificidad	Error
PNT	23.4	54.5454	45.8333	54.1667	0.537
PSAN					
PSBN	23.4	54.5454	45.8333	54.1667	0.537

3.4 Definición de valores normativos de nasalidad en patologías.

El objetivo de este epígrafe es tratar de lograr una diferenciación entre los tres grupos en cuestión, ya que ellos se solapan y esto dificulta la selección de los límites entre las patologías. Dicha elección permite definir tanto el límite superior de hiponasalidad como el límite inferior de hipernasalidad (Figura 3.3), que vendrían siendo nuestros valores

normativos.

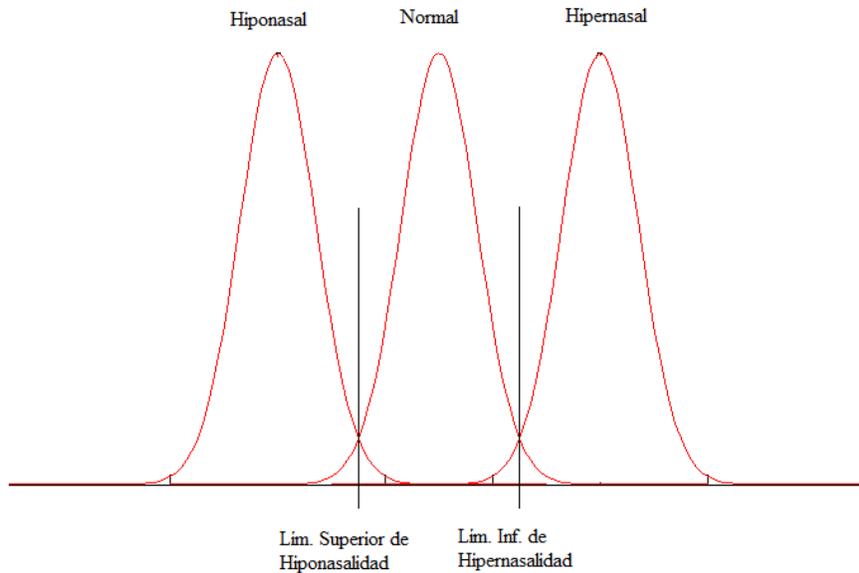


Figura 3.3: Límites por patologías.

Una vez seleccionados los distintos puntos de corte para los parámetros, en cada uno de los ejercicios, se realizó el cálculo de la media en cada uno de ellos y se obtuvieron los resultados que se muestran en la Figura 3.3, en el caso de las personas con habla normal los valores oscilan entre los obtenidos en las patologías.

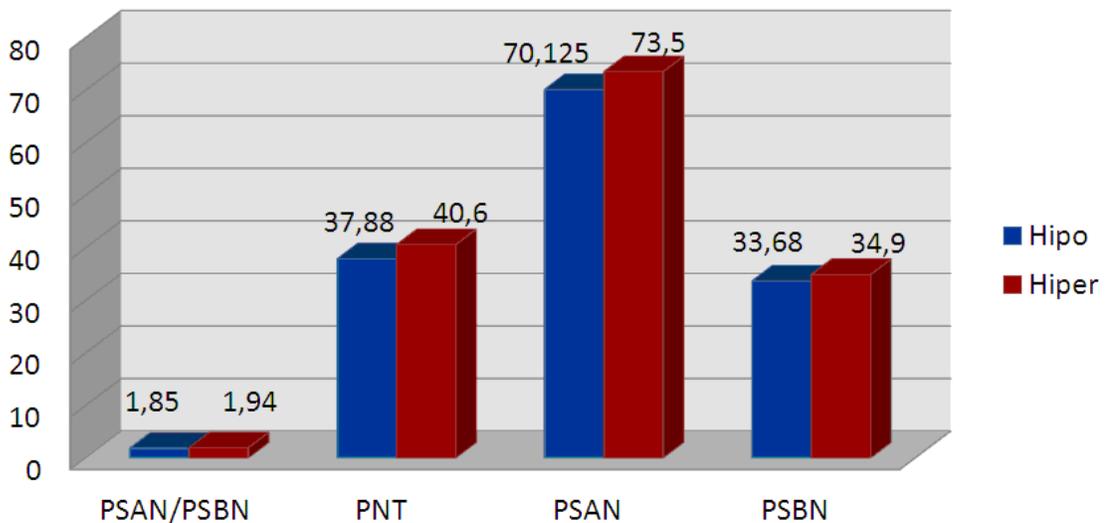


Figura 3.3 Límite superior de Hiponasalidad y límite inferior de Hipernasalidad.

Luego de analizar la Figura 3.3, y en conjunto con los resultados obtenidos en epígrafes anteriores se puede decir que el parámetro PSAN es el indicado para lograr una eficiente separabilidad de los grupos. No solo por la buena diferenciación que muestra en la Figura 3.3, sino también por los resultados obtenidos tanto en la estadística descriptiva como en las pruebas de validación.

3.5 Conclusiones parciales.

En este capítulo se realizó un análisis estadístico de las muestras obtenidas. Dicho análisis mostró que los resultados alcanzados presentaron una desviación estándar (en algunos casos) un poco elevada, y que esto conllevaría a un aumento en la dispersión de las muestras con respecto a la media central. Por otra parte se efectuó el proceso de validación de los resultados obtenidos mediante el cual se pudieron obtener los puntos de corte necesarios para poder establecer los valores normativos para cada patología. Al analizar los errores obtenidos en cada uno de los puntos de corte se puede apreciar que solamente en los valores de PSAN el error es más pequeño que en los demás casos.

Al mismo tiempo se puede decir que los ejercicios de diagnóstico propuestos son válidos para un análisis de diagnóstico a un paciente con habla patológica, utilizando el sistema de medición diseñado por los investigadores del CEETI, siendo las palabras año y niño los mejores ejercicios para su uso por los especialistas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se realizaron grabaciones con el sistema de medición a pacientes que presentan afecciones del habla, dividiéndolos en dos grupos: hipernasal-hiponasal y comparándolos con un grupo de muestras de nasalidad normal. De esta manera, se establecieron diferencias entre las mediciones obtenidas.
- Se definieron, en conjunto con los especialistas en Logopedia y Foniatría, los tipos de ejercicios para el análisis de la nasalidad con el sistema, principalmente en la región central Cuba. Luego del análisis de los resultados se demostró que los ejercicios son adecuados para utilizarlos en el proceso de evaluación de la resonancia nasal, siendo los más efectivos las palabras niño y año.
- Se definieron valores normativos de nasalidad en los dos grupos analizados (hipernasalidad-hiponasalidad) a partir de las medidas obtenidas, destacándose el parámetro PSAN como la medida más eficiente en la separabilidad de los grupos.

Recomendaciones

- 1 Obtener valores normativos de nasalidad en patologías del habla en otras zonas del país y resaltar diferencias por provincia (en caso de existir).
- 2 Realizar el mismo estudio pero con ejercicios formados por monosílabos.
- 3 Realizar modificaciones en el software (NasalityStudio V1.0).
- 4 Expandir el uso del nasómetro en las consultas de Logopedia y Foniatría, para contribuir en su validación en la práctica clínica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. G. Fletcher, "Contingencies for bioelectronic modification of nasality," *Journal of Speech and Hearing Disorders.*, pp. 329-346, 1972.
- [2] S. G. Fletcher and D. A. Daly, "Nasalance in utterances of hearing-impaired speakers." *Journal of Communication Disorders*, pp. 63-73, 1976.
- [3] Santana, B. G. (2010). Sistema para la medición de la nasalidad. Unpublished Trabajo de diploma, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas Santa Clara.
- [4] Barradas, R. G. (2000). Fonética y oratoria. Retrieved from <http://www.monografias.com>
- [5] Bressmann, T., Sader, R., Whitehill, T. L., Awan, S. N., Zeilhofer, H. F., & Horch, H. H. (2000). Nasalance distance and ratio: two new measures. *The Cleft palate – craniofacial journal*, 37(3), 248-256.
- [6] Sánchez, I. B. (1963). *Reeducación de problemas de la voz* (Edición cubana ed.). España: Dirección de Formación y Perfeccionamiento de Personal Pedagógico.
- [7] Jones, D. (Reimpresión de 2008). *Desarrollando bien el habla*. 4
- [8] Romero, C. E. D. (2009). Exploración de la nasalidad en Yuhup desde un enfoque fonético instrumental. Unpublished Trabajo de grado de Lingüística, Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Lingüística, Bogotá.
- [9] Betancourt, D. M. L. (2010). *Estudio y tratamiento de las hiperrinolalias*. 6
- [10] S. G. Fletcher, "Theory and instrumentation for quantitative measurement of nasality," *Cleft Palate Journal.*, vol. 7, 1970.

- [11] R. Dr. Cabanas Comas. (2008) FISURA PALATINA Y RINOLALIAS EN GENERAL. Rehabilitación funcional logofoniatría. 1-15.
- [12] C. Rivera-Parra, "Alteraciones de la voz," Revista digital: Innovación y Experiencias Educativas., pp. 2-3, 2010.
- [13] O. Castrillón-Gómez, et al., "Características acústicas en la identificación de la hipernasalidad de niños.," *Auditio: Revista Electrónica de Audiología.*, vol. 3, 2006.
- [14] E. Rosenberg, "Effect of Glottal Pulse Shape on the Quality of Natural Vowels." *Acoustical Society of America Journal.* vol. 49, pp. 583-590, 1971.
- [15] Bernal, R. M. (2005). Algoritmo para la cuantificación de la hipernasalidad en niños con Labio Paladar Hendido. Unpublished Trabajo de diploma, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas Santa Clara.
- [16] Ysunza, A, Pamplona, M. Diagnóstico y Tratamiento de los Trastornos de Articulación en el Niño con Paladar Hendido. México: Porrúa.2002. 1-132.
- [17] Muñoz L, F. Rinitis alérgica y patología asociada. *Pediatría Integral* 2005
- [18] «[Rinitis](#)» (en español) págs. 5. Investigación realizada por la Dirección Médica de Esteripharma. Consultado el 26 de junio de 2011.
- [19] R. M. Dalston and E. J. Seaver, "Relative values of various standardized passages in the nasometric assessment of patients with velopharyngeal impairment." *Cleft Palate* 1990.
- [20] R. M. Dalston, *et al.*, "Use of nasometry as a diagnostic tool for identifying patients with velopharyngeal impairment." *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, vol. 2, 1991.
- [21] Swennen, G. R. J., Grimaldi, H., Upheber, J., Kramer, F. J., & Dempf, R. (2004). Nasalance measures in German-speaking cleft patients. *Journal of Craniofacial Surgery*, 15(1), 158.
- [22] Y. Luo, "A comparative study on the nasalance and graph pattern of cleft palate patients before and after operation," *Chinese Journal of Stomatology*, vol. 3, 1993.

- [23] D. Liu and S. Bi, "Quantitative evaluation of nasalance after vertical hemilaryngectomy," *Journal of Clinical Otorhinolaryngology*, vol. 3, 1998.
- [24] S. Lic. Sánchez León, *et al.*, "Metodología del trabajo logofoniatrico en el paciente fisurado labiopalatino," *Rev Cubana Ortod* vol. 1, pp. 7-12, 1999.
- [25] P. H. Dejonskere and H. A. van Jijngaarden, "Retropharyngeal autologous fat transplantation for congenital short palate: a nasometric assessment of functional results." *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, vol. 2, 2001.
- [26] Mayo, C. M., & Mayo, R. (2011). Normative nasalance values across languages. *Official Journal of the National Black Association for Speech-Language and Hearing*, 6.
- [27] KayPENTAX. (2011). Nasometer II Model 6450. from www.kaypentax.com
- [28] Sadjadi, V., Gorbani, A., Trabinezhad, F., Airi, Y., & Keyhani, M. R. (2010). The effect of vocal loudness on Nasalance of vowels in Persian adults. 11.
- [29] Brand, J. S., Romero, R. F., & Reyes, P. E. (2011). Using a nasometer 6200 in the phonoaudiological evaluation of nasality in Colombian infants. *Revista Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia*, 59(3), 245-254.
- [30] Siegel, S. (1972). *Diseño experimental no paramétrico aplicado a las ciencias de la conducta* (Edición Revolucionaria Instituto Cubano del Libro ed.).
- [31] Definición según la norma ISO 8402 – Validación de métodos analíticos cualitativos. I. Ruisánchez, E. Trullols, X. Ruis, (2001)
- [32] EURACHEM. Quantifying uncertainty in analytical measurement, Draft: EURACHEM Workshop, 2nd Edition, Helsinki, 1999.
- [33] Ruisánchez, I., Trullols, E. y Ruis, F.X. (2002). "Validación de métodos analíticos cualitativos" Grupo de Quimiometría y Cualimetría. Departament de Química Analítica i Química Orgànica. Universitat Rovira i Virgili. Pl. Imperial Tàrraco, 1, 43005 Tarragona.
- [34] D. Jiménez. (2012) CONSIDERACIONES ACERCA DE LA VOZ EN CASOS DE DEFICIENCIA AUDITIVA. POSIBILIDADES DE INTERVENCIÓN. *Atenas*.

-
- [35] (2007). *Validación de Métodos Cualitativos “Casos de Aplicación”*. Available: <http://www.qcnet.com/>
- [36] (2013). *Curvas ROC*. Available: <http://es.wikipedia.org/>
- [37] (2013). *Desviacion Estandar*. Available: <http://es.wikipedia.org/>
- [38] Bernal, R. M. (2005). Algoritmo para la cuantificación de la hipernasalidad en niños con Labio Paladar Hendido. Unpublished Trabajo de diploma, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas Santa Clara.
- [39] Carralero, A. M. (2012). Obtención de patrones de nasalidad normal para la zona central de Cuba utilizando el NasometryStudio.V1.0. Unpublished. Trabajo de diploma, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas Santa Clara.

ANEXOS

Anexo I Análisis de las muestras con habla hiponasal

Año

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	24	1.532	3.311	2.28005	.484260	.235
PNT	24	21.518	44.387	34.37651	6.945510	48.240
PSAN	24	55.221	70.821	67.23059	3.885287	15.095
PSBN	24	20.140	42.274	30.59388	6.198078	38.416
N válido (según lista)	24					

Mañana

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	24	1.397	2.879	1.95921	.380671	.145
PNT	24	26.839	49.561	40.99127	6.548921	42.888
PSAN	24	66.866	70.374	68.45985	.875457	.766
PSBN	24	23.641	48.523	36.33379	6.187675	38.287
N válido (según lista)	24					

Niño**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	24	1.303	2.955	1.73119	.399963	.160
PNT	24	26.578	57.321	46.70508	8.761982	76.772
PSAN	24	63.285	71.680	69.01259	2.099372	4.407
PSBN	24	23.852	52.582	41.65137	8.257311	68.183
N válido (según lista)	24					

Pan**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	24	1.594	3.461	2.19050	.489469	.240
PNT	24	26.641	56.602	39.88490	7.575421	57.387
PSAN	24	59.289	72.588	67.79170	2.790325	7.786
PSBN	24	20.211	44.689	32.86164	6.600828	43.571
N válido (según lista)	24					

Pa ta ka**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	0					
PNT	24	15.966	34.549	23.50496	4.661056	21.725
PSAN	0					
PSBN	24	15.966	34.549	23.50496	4.661056	21.725
N válido (según lista)	0					

Anexo II Análisis de las muestras con habla normal.**Año****Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	22	1.681	3.358	2.25125	.402128	.162
PNT	22	25.587	46.559	36.58616	5.598648	31.345
PSAN	22	69.407	75.302	72.02316	1.523996	2.323
PSBN	22	22.314	42.645	32.76795	5.259043	27.658
N válido (según lista)	22					

Mañana**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	22	1.43	2.66	1.9392	.32186	.104
PNT	22	33.57	51.75	43.6449	5.76723	33.261
PSAN	22	69.44	73.64	71.8377	1.09997	1.210
PSBN	22	26.65	50.82	38.1042	6.29990	39.689
N válido (según lista)	22					

Niño**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	22	1.331	2.409	1.66345	.280092	.078
PNT	22	33.929	60.164	49.21808	7.385027	54.539
PSAN	22	70.393	74.168	72.11273	1.008106	1.016
PSBN	22	30.294	54.252	44.48116	6.818753	46.495
N válido (según lista)	22					

Pan**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	22	1.561	3.129	2.01059	.375259	.141
PNT	22	28.753	52.549	43.09040	7.290688	53.154
PSAN	22	68.511	76.079	71.74137	1.775796	3.153
PSBN	22	23.791	44.937	36.65782	5.809044	33.745
N válido (según lista)	22					

Pa ta ka**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	0					
PNT	21	16.932	33.341	23.29523	4.969726	24.698
PSAN	0					
PSBN	21	16.932	33.341	23.29523	4.969726	24.698
N válido (según lista)	0					

Anexo III Análisis de las muestras con habla hipernasal.**Año****Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	32	1.628	3.211	2.27378	.390340	.152
PNT	32	27.843	53.061	41.79129	6.407768	41.059
PSAN	32	65.201	83.640	75.76278	3.862207	14.917
PSBN	32	24.600	46.687	34.21757	5.144696	26.468
N válido (según lista)	32					

Mañana**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	32	1.242	3.670	2.11036	.477795	.228
PNT	32	26.227	61.812	45.47023	7.621830	58.092
PSAN	32	70.447	82.415	75.08071	3.099474	9.607
PSBN	32	22.696	59.863	37.10943	7.064919	49.913
N válido (según lista)	32					

Niño**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	32	1.262	3.335	1.79303	.419192	.176
PNT	32	28.009	71.738	51.97829	8.136018	66.195
PSAN	32	71.354	81.277	75.61749	2.598282	6.751
PSBN	32	24.719	57.370	43.90112	7.658407	58.651
N válido (según lista)	32					

Pan**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	32	1.256	3.457	2.02687	.420702	.177
PNT	32	27.411	68.702	51.06436	9.777942	95.608
PSAN	32	65.021	83.975	75.86965	3.929094	15.438
PSBN	32	23.518	56.879	38.79875	6.691877	44.781
N válido (según lista)	32					

Pa ta ka**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Típ.	Varianza
PSAN_PSBN	0					
PNT	32	20.341	38.364	26.14251	4.418812	19.526
PSAN	0					
PSBN	32	20.341	38.364	26.14251	4.418812	19.526
N válido (según lista)	0					

Anexo IV Ficheros utilizados en Matlab para la muestra Hiper-Normal.**Prueba:**

```

hiper=[];
normal=[];
mean_hiper = mean (hiper)
mean_normal = mean (normal)
M=ones(100,4);
A=ones(100,2);
i=1;
for pc=23.5
    [vn, vp, fn, fp]=tabla_con(pc, hiper, normal);
    A(i,1)= pc;
    A(i,2)=(vp/(vp+fn))*100; %sens
    A(i,3)=(fp/(fp+vn))*100; %tfp
    M(i,1)=vn;
    M(i,2)=vp;
    M(i,3)=fn;
    M(i,4)=fp;
    ACV = (vn+vp)/54;
    error=1-ACV
    i=i+1;
end

plot(A(:,3),A(:,2),'--rs','LineWidth',1)

```

table_con:

```

function [vn, vp, fn, fp]=tabla_con(pc, hiper, normal)
    vp=cuenta(pc, hiper);
    fp=cuenta(pc, normal);
    fn=size(hiper,2)-vp;
    vn=size(normal,2)-fp;
end

```

cuenta:

```
function [c]=cuenta(pc,D)
    c=0;
    for i=1:length(D)
        if D(i)>pc
            c=c+1;
        end;
    end;
end
```

Anexo IV Ficheros utilizados en Matlab para la muestra Hipo-Normal.**Prueba:**

```
hipo=[];
normal=[];
mean_hipo = mean (hipo)
mean_normal = mean (normal)
M=ones(100,4);
A=ones(100,2);
i=1;
for pc=23.5
    [vn,vp,fn,fp]=tabla_con(pc,hiper,normal);
    A(i,1)= pc;
    A(i,2)=(vp/(vp+fn))*100; %sens
    A(i,3)=(fp/(fp+vn))*100; %tfp
    M(i,1)=vn;
    M(i,2)=vp;
    M(i,3)=fn;
    M(i,4)=fp;
    ACV = (vn+vp)/54;
    error=1-ACV
    i=i+1;
end
```

```
plot(A(:,3),A(:,2),'--rs','LineWidth',1)
```

table_con:

```
function [vn,vp,fn,fp]=tabla_con(pc,normal,hipo)
    vp=cuenta(pc,normal);
    fp=cuenta(pc,hipo);
    fn=size(normal,2)-vp;
    vn=size(hipo,2)-fp;
end
```

cuenta:

```
function [c]=cuenta(pc,D)
    c=0;
    for i=1:length(D)
        if D(i)>pc
            c=c+1;
        end;
    end;
end
```