

Título: Fundamentos Teóricos y Prácticos del Análisis de Llanto Infantil

Autor: DrC Sergio Daniel Cano Ortiz (scano@fie.uo.edu.cu, scano1959@gmail.com)

Centro de procedencia: Centro de Estudios de Neurociencias, Procesamiento de Imágenes y Señales, Fac. de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Oriente.

Co-autores de la obra:

DrC Carlos A. Reyes García
DrC Daniel I. Escobedo Beceiro
Dr Luis Regueiferos Prego
DrC Emilio Arch Tirado
Dr Mario Mandujano Valdes
MSc Antonio Verduzco Mendoza
Dr Alfonso Alfaro-Rodríguez
MSc Orion Reyes Galaviz
Dr Leonardo Capdevila Bravo
Dr Guillermo Delgado Guerra
Dra. Magalis Ruiz Goderich
MSc Erika Amaro Camargo
MSc Jaime Leybón-Ibarra
Dr Juan Liconá-Bonilla
Dr Fructuoso Ayala Guerrero
Dr Graciela Mexicano
Dr Rebeca Uribe Escamilla
Dr Krystell Padilla Martín
Dr Adriana Hernández Romero
Dr María del Carmen Sánchez
Dr Raul Calzada
Dr María de la Luz Ruiz
Dr Nelly Altamirano
Dr Marcela Vela
Dr Gerardo Alvarado

Capítulo 1. Introducción.

Han transcurrido 186 años desde que Gardiner describiera el llanto infantil a partir de su ubicación en el teclado de un piano lo cual, a pesar de basarse en sus observaciones clínicas, no deja de ser un primer intento válido de caracterizar la primera y natural forma de comunicación del neonato al llegar al mundo. En todo este tiempo múltiples y variados esfuerzos han desplegado generaciones de investigadores y estudiosos en tratar de establecer las leyes generales que describen los procesos de generación y percepción del llanto infantil no solo como evento acústico-lingüístico, sino también como indicador del status neurofisiológico del bebé. Desde los trabajos a inicios del siglo XX de Flatau y Gutzman hasta la actualidad el llanto infantil ha recibido un variado enfoque multilateral y multidisciplinar que ha permitido no solo un conocimiento más completo de su neurofisiología sino también ha sentado las bases para desvelar sus potencialidades diagnósticas.

Este volumen pretende compactar en apretada síntesis las principales experiencias investigativas y resultados del análisis del llanto infantil orientado al diagnóstico de los pioneros en el tema en el área iberoamericana: *los grupos cubano y mexicano*. En él se condensan las contribuciones de reconocidos investigadores mexicanos y cubanos en las áreas clínica, lingüística y cibernética. Así los estudiosos del cry analysis y los interesados

en el área de diagnóstico neonatal encontrarán en este libro una fuente actualizada de información así como resultados de investigaciones multidisciplinarias actualmente en curso. La estructura del libro está organizada en 9 capítulos. El capítulo 1 realiza una introducción a la temática central del libro. El capítulo 2 aborda los fundamentos del análisis acústico del llanto infantil así como los modelos y métodos que permiten la caracterización del llanto. El capítulo 3 incluye elementos de la neurofisiología del llanto infantil. La interpretación de la señal de llanto como evento que antecede al lenguaje articulado es asumida en el capítulo 4 del libro. A continuación, en el capítulo 5 los autores explican la interrelación funcional entre el llanto y el sueño. Un compendio de las pistas y vínculos que se asocian con la presencia de fenómenos patológicos en recién nacidos se incorpora al libro en su capítulo 6 como un aporte importante por su repercusión en el diagnóstico neonatal diferencial apoyado en análisis de llanto infantil. Importantes consideraciones, vinculadas con el status de normalidad y no-normalidad del neonato son también explicadas en este capítulo. El capítulo 7 analiza las potencialidades del análisis acústico del llanto en el diagnóstico de patologías en el neonato así como la relevancia de diversos atributos vinculados con tal propósito. El capítulo 8 aborda los novedosos enfoques de clasificación de llanto que están permitiendo la obtención de elevadas tasas de clasificación, paso importante para el desarrollo de metodologías de diagnóstico neonatal basado en análisis de llanto. Finalmente el capítulo 9 explora recientes avances en la caracterización del llanto en niños con hipotiroidismo congénito.

Capítulo 2: Fundamentos del análisis del llanto infantil.

Se desarrollan los fundamentos básicos del análisis de llanto infantil (ALLI): el modelo de generación de la señal de llanto infantil, adecuación de la teoría acústica de producción de habla adulta al llanto y prevocalización, el modelo de Golub, los diversos enfoques del ALLI, así como las potencialidades diagnósticas del ALLI. El llanto representa fisiológicamente hablando el control autónomo de los mecanismos de inhibición y del despertar (sueño/vigilia) así como la coordinación de la actividad cardiorrespiratoria con la musculatura laríngea. Pero el llanto es además un evento acústico que contiene información sobre el funcionamiento del sistema nervioso central (SNC). Es a su vez el medio natural de comunicación del neonato con el medio que lo rodea y única vía alternativa al reconocimiento visual que tiene el médico en su relación con el neonato. Es por ello que su estudio para obtener conocimiento de las leyes que regulan su comportamiento es de vital importancia para la evaluación del status neurofisiológico del neonato que realiza el médico con el objetivo de establecer un diagnóstico diferencial. Toda la formulación matemática de la teoría acústica inicialmente desarrollada para la producción de la voz adulta puede ser utilizada para la producción del llanto infantil (Faut 1960, Flanagan 1972, Stevens 1962) en estrecho vínculo con el Modelo de los 3 Procesadores desarrollado por Golub. El modelo de Golub asume que el control muscular se efectúa a través de 3 niveles de procesamiento en el Sistema Nervioso Central, a saber: (1) procesador superior, (2) procesador medio, (3) procesador bajo. El procesador superior estará comprometido con la selección y modulación del estado de acción del infante. Se sobreentiende que durante el período neonatal, este procesador superior sea relativamente inmaduro y ejerza con frecuencia acciones de control imprecisos (Golub, 1985). Como resultado, en este estado de maduración muchas acciones se realizarán en una forma reflexiva. El procesador medio engloba todos los estados vegetativos tales como: tragar, respirar, llorar, etc. Golub demuestra la existencia de una especie de **estructura de coordinación** que libera al procesador superior de tener que ejercer el control directo sobre cada músculo individual. Por ejemplo al tragar se genera una secuencia de control bien definida que es mantenida de forma más o menos constante de una acción de tragar a otra a continuación. El control del procesador superior sobre cada músculo involucrado en el tragar sería de forma tal que al seguir al

estimulo de tragar este procesador superior rastrea el gabinete **tragar** en el procesador medio y entonces un procesador bajo se encarga de actuar en el control de los movimientos musculares comprometidos en el accionar de tragar. El mismo principio de funcionamiento estará asociado a la acción de **llorar**. Siguiendo al estímulo de llanto los procesadores superior y medio activan el rastreo a nivel del procesador bajo que controla el grupo muscular comprometido con la actividad de llanto. Basado en esta hipótesis del control muscular de Golub, se asume que cada uno de los tres grupos musculares importantes para la producción del llanto es controlado de forma independiente. De esta forma si se es capaz de definir diferencias en el llanto producidas a partir del mal funcionamiento en los niveles subglotal (respiratorio), glotal (laríngeo) o supraglotal, entonces se podrá establecer una correlación entre anomalía acústica y anomalías fisiológicas o anatómicas específicas (Golub, 1985).

En la literatura especializada se revelan **algunas de las potencialidades del llanto infantil orientado al diagnóstico** como: (1) *Se ha demostrado que la variabilidad de la frecuencia fundamental y del primer formante está relacionada con el desarrollo sucesivo del niño,* (2) *En enfermedades que afectan el sistema nervioso central (SNC) los llantos pueden ser extremadamente altos en tono con una frecuencia fundamental de hasta 3000-4000 Hz, además de notarse cambios en la duración de las fonaciones y el tipo de melodía,* (3) *Es significativo la presencia de anomalías del llanto en niños que mueren por SIDS (Síndrome de Muerte Súbita).* (4) *Los llantos sanos son mayormente sonoros y con tipo de melodía ascendente-descendente o descendente,* (5) *El llanto de niños enfermos difiere del llanto normal especialmente en patologías relativas al SNC, tales como: asfixia y hemorragia cerebral,* (6) *Daño cerebral debido a deficiencia en oxígeno después del nacimiento, meningitis o hidrocefalias: el llanto se convierte en uno con mayor tono y el tipo de melodía cambia a varias formas. La frecuencia fundamental se hace más inestable,* (7) *Infección cerebral por virus de la herpes: se ha encontrado concentración ruidosa, pero no en infantes con deficiencia severa de oxígeno o daño cerebral,* (8) *Hipotiroidismo: la frecuencia fundamental es más baja de lo normal, y por otra parte su espectrograma se asemeja al del llanto de neonatos saludables. Nacidos con bajo peso (sin asfixia): no se encontraron diferencias significativas,* (9) *Neonatos prematuros: Hubo incrementos en el tono máximo y mínimo, en el tono máximo de desplazamiento, así como ocurrencia de bifonación y desplazamientos,* (10) *Angustia respiratoria periférica: los investigadores reportan incrementos en la duración del llanto y en la frecuencia fundamental, así como la ocurrencia de bifonación,* (11) *Angustia respiratoria central: hubo un cambio en la duración del llanto así como en los valores máximos y mínimo del tono, ocurrencia de bifonación e incidencia de los tipos ascendentes, descendentes/ascendentes, y plano de los patrones de melodía.*

Capítulo 3: Algunos aspectos de la neurofisiología del llanto infantil.

Al introducir en las ventajas de la atención al neonato el estudio del llanto, se particulariza un elemento de relieve en sus condiciones puesto que como forma de comunicación, constituye la representación primaria de lo que será el lenguaje. En las oportunidades en que la madre establece la comunicación con el feto, los medios rudimentarios de la misma parten de los elementos básicos de 1ª estimulación que se alcanza entre ésta y el producto, en este caso el emisor lo representa el feto y el receptor la madre, por lo que para que se alcance esta condición se requiere de elementos neurohormonales que garantizan la activación del proceso en sí. La presencia del lenguaje alcanzado por el hombre desde etapas remotas de su desarrollo encuentra explicación en algunas de las particularidades que el infante en estadios tan tempranos como el de recién nacido alcanza estas facilidades que a su vez serán sustituidas por los elementos armónicos del lenguaje. En el capítulo se abordan las particularidades y aspectos fenomenológicos del llanto infantil, las condiciones para el establecimiento del llanto y su repercusión en la

interacción madre-niño, los componentes neurofisiológicos de la señal de llanto y su representación, así como la importante evaluación temprana de los cambios en el llanto.

Capítulo 4: La voz como evento prefonatorio y emergencia del habla.

El niño arriba a este mundo llorando. A menos que sea interrumpido por alguna enfermedad, los seres humanos producen o generan sonidos vocales desde el primer llanto al nacer hasta que exhala el último suspiro. Desde la primera sílaba hasta la última palabra en su vida, el hombre constituye una formidable máquina de generación de habla. Durante los 2 meses que siguen al nacimiento, la producción vocal del infante está completamente restringida por la fisiología del tracto vocal y por sus estados fisiológicos. Los niños están, sin embargo, como se conoce, extraordinariamente atentos a la señal de habla: ellos miran y escuchan. Ellos siguen cuidadosamente los movimientos de otra boca y tratan a su vez de imitarla. Ellos son capaces de distinguir voces, mostrando una preferencia particular para los que corresponden a la madre. Son sensibles a los ritmos y entonaciones del habla adulta y, estando acostumbrados a la prosodia de su lengua nativa, están aptos para expresar asombro cuando un amigo extranjero de la familia comienza a hablar (De Boysson-Bardies, 1995) En los epígrafes del capítulo se van analizando los aspectos característicos del desarrollo de las prevocalizaciones en sus diversos estadios (llanto hasta los 7 primeros meses, entre los 7 y 10 meses y entre los 10 y 12 meses). Son argumentados procesos importantes en la asimilación del lenguaje como son primeras fonaciones, aparición del balbuceo, etc.

Capítulo 5. La vinculación de los procesos del llanto y el sueño.

El sueño es fundamental para la salud y el desarrollo del ser humano. Durante las horas que duerme, está segregando cantidades de hormona del crecimiento y, por eso, es esencial para su desarrollo desde los primeros días del nacimiento. Los primeros meses son un periodo de adaptación tanto para los padres como para el recién nacido. Hay que crear un ambiente agradable y acostumbrarlo a una cierta rutina para que aprenda a distinguir el día de la noche, el sueño de la vigilia. El recién nacido duerme de 16 a 20 horas al día. Cada tres o cuatro horas necesita comer. Es importante que la madre y el recién nacido adquieran un mismo ritmo, para poder recuperarse y descansar.

El primer año de vida merece atención especial, ya que el Sistema Nervioso Central (SNC) presenta una maduración acelerada y consecuentemente hay variaciones significativas de los estados de vigilancia. Los ciclos de sueño del recién nacido a término, duran alrededor de 60 minutos y en el transcurso de los dos primeros años de vida, se prolongan hasta los 90 minutos, manteniéndose esta duración hasta la edad avanzada. A diferencia de los variados patrones electroencefalográficos exhibidos durante el sueño en la edad adulta, en el recién nacido solo se distinguen claramente un estado de sueño pasivo o calmado, un estado de sueño activo y otro de sueño indeterminado o ambiguo. Durante el sueño pasivo, el cual dará origen a la fase de sueño lento, el recién nacido generalmente permanece quieto con los ojos cerrados, sin movimientos oculares y con respiración regular. La actividad cerebral, exhibe un patrón de ondas lentas de gran amplitud que puede alternar con ondas de frecuencia mixta y de baja amplitud.

Durante el sueño activo, precursor del sueño MOR o paradójico, los ojos permanecen cerrados, pero pueden entreabrirse, coincidiendo con movimientos oculares, los cuales son más evidentes a partir de la semana 32 de edad gestacional. Además, se presentan movimientos faciales, de los dedos del cuerpo en general. La actividad eléctrica cerebral presenta patrones irregulares de bajo voltaje y también mixtos. La respiración es irregular. Además, hay reducción del tono muscular, el cual se hace más evidente a partir de la semana 40. El estado indeterminado, es la porción del registro que no puede ser clasificado típicamente ni como sueño pasivo ni como sueño activo.

Se aborda además la organización del sueño en niños a término y prematuros, los porcentajes de las fases de sueño vinculado a la edad, caracterización del estado de adormecimiento o presueño (sueño MOR, sueño No MOR), el proceso evolutivo del sueño y finalmente las alteraciones del sueño en los neonatos.

Capítulo 6. Características del llanto infantil asociadas a diferentes cuadros patológicos.

El llanto del recién nacido y del lactante es una expresión funcional de interés biológico fundamental, ya que desde el punto de vista filogenético y zoológico no sólo se conoce y se describe el llanto de los animales, sino se infieren aspectos epistemológicos y bioéticos al considerar la relación del humano con otras especies, desde el punto de vista evolutivo; hay incluso la producción de lágrimas en la escala animal y se cubren funciones etológicas relacionadas con el dolor y aún con las conductas calificadas como emocionales, en el aislamiento, el hambre, entre otras (Assal y Auber, 1979) (Blanchard et al, 1990) (Blumberg y Sokoloff, 2001). La ontogenia del llanto ha motivado numerosas publicaciones tanto en la normalidad como en la patología. El llanto de los recién nacidos y de los lactantes es un fenómeno complejo que implica la producción de sonido en las cuerdas vocales y que ocurre fundamentalmente durante la fase espiratoria de la respiración; requiere el funcionamiento de los músculos respiratorios, laríngeos y supralaríngeos, por lo tanto, está bajo el control de los sistemas de regulación neurovegetativa del tallo cerebral especialmente el complejo vagal que incluye los pares craneales IX a XII (Lester et al, 1989). Es también un mecanismo innato de expresión conductual de estados funcionales que se consideran fases muy tempranas de naturaleza emocional o psicológica y aún como medio de comunicación, que permite alcanzar la satisfacción de necesidades básicas como el hambre, el sueño, la incomodidad y el dolor, durante los primeros meses de vida, controlado por estructuras suprasedimentarias como el sistema límbico, las áreas corticales de asociación y el cerebelo. (Christensson et al, 1995). En el capítulo se comentan aspectos y fenómenos presentes en el llanto vinculados con la presencia de alguna condición patológica así como se presentan algunos cuadros discriminativos de status normal y anormal vinculados con la señal de llanto.

Capítulo 7. Características acústicas relevantes para el análisis del llanto infantil.

Desde hace ya varias décadas el análisis acústico del llanto de los niños y sus vocalizaciones se ha dirigido a la identificación y la ayuda al diagnóstico de patologías apoyadas en el estudio del comportamiento y del conocimiento de variaciones que se verifican en la producción del sonido del llanto de los niños, apareciendo muchos trabajos que presentan reportes de la vinculación de la edad, la identidad e información relevante encontrada en toda una serie de parámetros de estos llantos con el status neurofisiológico de los recién nacidos (Karelitz y Rosenfeld 1960; Formby, 1967).

En el presente capítulo se abordan los principales atributos acústicos del llanto y su valor como pista para el diagnóstico neonatal. Entre los parámetros más relevantes se encuentran la **Frecuencia Fundamental (f_0)** de un segmento de señal sonora el cual es un parámetro básico en la identificación y diagnóstico de patologías (Vuorenkoski et al, 1966; Wasz-Hockert et al, 1968; Ostwald y Peltzman, 1974; Michelsson, 1971; Crystal, 1973 y Tenold et al, 1974). Otro atributo acústico de interés lo constituye la **Frecuencia del Primer Formante (f_1)**, por supuesto de un segmento sonoro. Los Formantes son las regiones de frecuencia de mayor intensidad, es decir, el conjunto de armónicos cuyas frecuencias coinciden con los resonadores bucales; la anchura media de estos formantes esta en el orden aproximado de 200 Hz También entre otros atributos acústicos, además de la **cantidad o duración** del segmento de análisis en el dominio del tiempo, están la **Sonoridad**, la **Melodía**, la **Nasalidad**, la **Tensión** y una selección de otros atributos o

rasgos acústicos que pueden ser observados a través de un espectrograma de banda estrecha, entre ellos se encuentran los siguientes: **Golpe de Glotis, Crujido, Generación de Subarmónicos, Bifonación, Trifonación, Silbidos**, el temblor de la voz debido a la **Oscilación de Armónicos (Vibrato)** y la **Turbulencia** como un tipo de sordez.

En la visualización de la estructura armónica, la frecuencia fundamental y los formantes así como de otros atributos acústicos de una señal de llanto infantil se emplea el Espectrograma (a veces se le nombra como sonograma), representación 3-D amplitud-frecuencia-tiempo donde la amplitud viene expresada por una escala de niveles de grises (gradación de negror), tal como se observa en la Figura 1.

A través de la poderosa herramienta que es el espectrograma se caracterizan algunos patrones de llanto y se ejemplifican diversos fenómenos o atributos del llanto con potencialidades diagnosticas (como el vibrato, deslizamiento, doble ruptura armónica, etc)

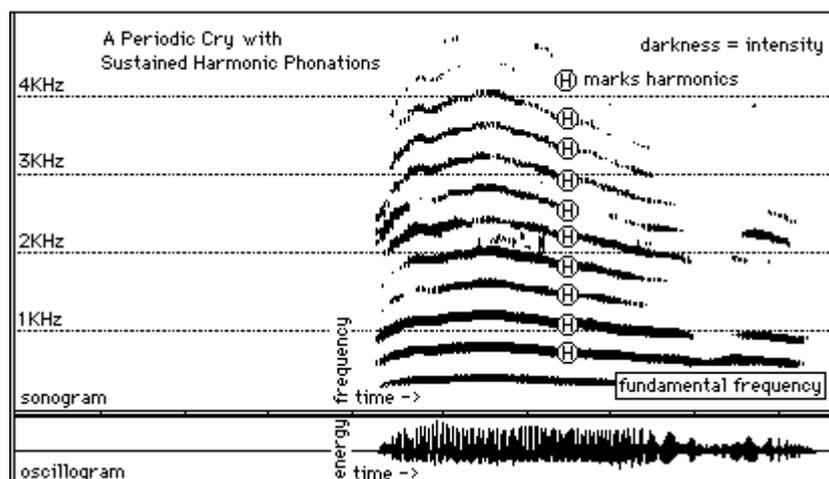


Figura 1 Muestra de un espectrograma de una señal de llanto

Llanto Normal de dolor: Este tipo de llanto generalmente tiene una clara estructura armónica y con patrón melódico descendente tal como se refleja en la Figura 2;

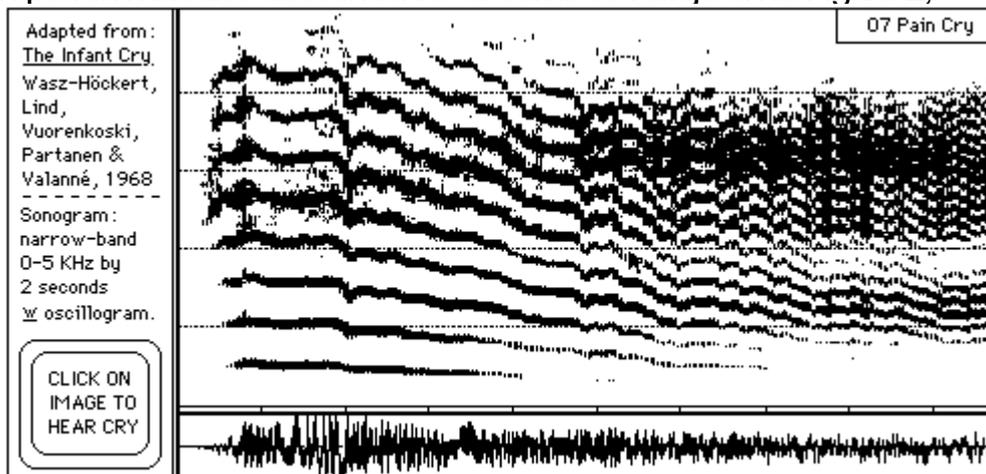


Figura 2 Espectrograma de llanto normal de dolor.(9)

En el llanto normal de dolor la Frecuencia Fundamental oscila entre 400 y 600 Hz El tipo de melodía en más del 80% es descendente o ascendente-descendente con pitch bastante estable Si aparece algún desplazamiento de f_0 , este ocurre comúnmente al comienzo de la fonación. Además pueden aparecer crujidos al final de las fonaciones y también la presencia de vibrato que puede preceder al crujido.

Llanto patológico: La literatura especializada hace referencia a que el llanto en el niño cambia ante condiciones patológicas. Entre las patologías y condiciones patológicas en las que se ha estudiado el llanto infantil se encuentran las relacionadas con anomalías cromosómicas (llanto del maullido del gato o cri du chat, síndrome de

Down), desórdenes endocrinos (hipotiroidismo congénito), desórdenes metabólicos (hiperbilirrubinemia e hipoglicemia), daño cerebral (encefalitis, meningitis), el síndrome de muerte súbita infantil, bajo peso al nacer, prematuridad, asfixia, malnutrición, síndrome de malformaciones y enfermedades del tracto orolaríngeo (labio hendido), otros estudios han incluido el llanto en niños con madres que se administran drogas, etc. Ante condiciones patológicas un propósito importante, además de considerar los cambios que ocurren del patrón normal hacia el anormal, es conocer cuales características o atributos y sus rangos de valores en el llanto pueden ser alterados por dichas condiciones. Esto de hecho tiene un gran valor sobre todo en el periodo neonatal cuando el diagnóstico no resulta fácil. En general el llanto patológico está asociado a las siguientes características: valores extremos en el pitch (frecuencia fundamental), una pobre calidad vocal del llanto debido a la dispersión de los componentes armónicos, su incapacidad de sostener un tono armónico. En la Figura 3 observamos un caso de llanto por asfixia, donde se nota la presencia de inestabilidad en la estructura armónica del mismo. La falta de control de la simetría laríngea pudiera provocar fugas aleatorias del aire provocando turbulencias ruidosas (Blache, 1998).

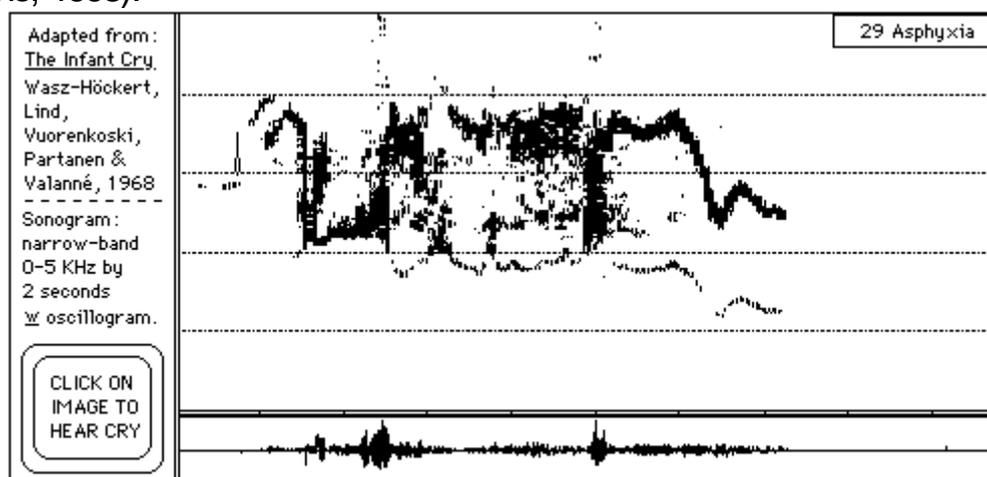


Figura 3 Espectrograma de llanto por asfixia

Capítulo 8. El proceso del reconocimiento automático del llanto de bebé.

El Proceso del Reconocimiento automático del Llanto de Bebé (RALLB) se puede decir que básicamente consiste en un problema de reconocimiento de patrones. La meta principal consiste en tomar la señal del llanto como un patrón de entrada y al final obtener una clase a la cual el patrón representa. En general, el proceso completo puede ser dividido en dos fases. La primera se conoce como *análisis acústico de la señal, procesamiento de la señal, o extracción de características acústicas*. En esta fase la señal de llanto es analizada para extraerle las características o rasgos acústicos más importantes secuencialmente en el tiempo. Con los datos extraídos se forman vectores de características que forman los patrones a ser procesados en la fase posterior. La segunda fase es conocida como *reconocimiento de patrones o clasificación de patrones*. En esta fase los vectores de características son comparados con el conocimiento acerca de los patrones de llanto que el sistema ha aprendido, después de una etapa de entrenamiento, y después de la aplicación de ciertas reglas, una decisión es tomada y la causa o el tipo de llanto es emitida como salida. El capítulo aborda elementos básicos del reconocimiento de patrones aplicados a la clasificación de unidades de llanto infantil, así como los actuales enfoques de reconocimiento de llanto como son los modelos conexionistas, la lógica borrosa y los modelos evolutivos. Se incluyen experiencias prácticas desarrolladas por el grupo cubano-mexicano de análisis de llanto.

Capítulo 9. Estudio espectrográfico del llanto de casos con hipotiroidismo congénito.

Los estudios ante diversos factores de riesgo y enfermedades son muy abundantes, como también se han realizado análisis de naturaleza ontogenética. Sin embargo existe un modelo de enfermedad en la naturaleza que no ha sido suficientemente explorado, un padecimiento de los neonatos entre cuyas manifestaciones cardinales se encuentra el llanto anormal. El llanto anormal, caracterizado como llanto ronco es una de las manifestaciones clínicas más relevantes en el Hipotiroidismo Congénito (HC), sin embargo, las investigaciones del llanto de los hipotiroideos son insuficientes y no siempre accesibles. Aunque desde la operación sistemática del tamiz universal para HC ha quedado la idea que se trata de una situación clínica resuelta, durante los últimos años se han venido publicando reportes en los que se menciona que pueden observarse algunas anomalías a largo plazo, problemas de naturaleza conductual como los de lenguaje y de aprendizaje. Además, también en fechas recientes y por investigaciones en proceso se han observado alteraciones neurofisiológicas como apnea, alteraciones de la deglución y laringomalacia, como indicadores de alteración neurovegetativa del tallo cerebral. A partir de estos antecedentes en este capítulo se presentan y argumentan las alteraciones del llanto observadas en neonatos con HC con posibles potencialidades diagnósticas. En los casos estudiados se confirmaron algunas observaciones previamente reportadas en la literatura, básicamente la menor F0, la presencia de vibratos y de glottal roll, pero también se observaron datos no reportados previamente. Entre estos últimos esta la ausencia de formantes y presencia de ruido, presencia de armónicos en número reducido, carencia de un carácter melódico estable. Los codeogramas no presentan las características de los casos con sordera, es decir, corresponden al tipo de casos normo-oyentes

Referencias bibliográficas:

Capítulo 2

- [1]. **Allen, P., Wightman, F., Kistler, D. and Dolan, T** "Frequency resolution in children". Journal of Speech and Hearing Research. Vol. 32, pp. 317-322, .1989.
- [2]. **Alonso, L et al.** *Reconocimiento de Patrones con Redes Neuronales*. Ed. L.Alonso, Editorial Imprenta Catedral, 2001, pp 37-56
- [3]. **Alhoniemi, E et al.** *Version 2.0, beta - somtoolbox.html*. SOM Toolbox team of the Laboratory of Computer and Information Science, Finland, 2000.
- [4]. **Boliek, C.A., Hixon, T.J., Watson, P.J and Morgan, W.J.** "Vocalization and breathing during the first year of life". Journal of Voice. Vol. 10. No. 1 Philadelphia. pp. 1-22, 1996.
- [5]. **Bishop C.**, *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford University Press, 1995, ISBN 019853864 2
- [6]. **Bell, R.Q.**: Contributions of human infants to caregiving and social interaction. In M.Lewis & L.Rosenblum (Eds), *The effect of the infant on itys caregiver* (pp 1-19). New York: Wiley, 1974
- [7]. **Cano, S** "Determinación del tono de voz mediante análisis de cepstrum". Estudios de Comunicación Social. Editorial Academia. Ciudad de La Habana, pp. 106-112, 1994.
- [8]. **Cano S. D., Escobedo D. I.**, *Clasificación de unidades de llanto infantil mediante el mapa auto-organizado de kohonen*, AIRENE, Grupo de Procesamiento de Voz, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, 1998
- [9]. **Cano, S., D. Escobedo, M. Socarrás.** "BPVOZ Sistema Computarizado para el Procesamiento de la Voz". Proceeding of IV SICS, Santiago de Cuba, Enero 1995
- [10]. **Cano, SD et al.** "El uso de los mapas auto-organizados de Kohonen en la clasificación de unidades de llanto infantil". 1er Taller AIRENE sobre reconocimiento de patrones con Redes Neuronales, Universidad Católica del Norte, Chile, 2000, pp. 24-29

- [11]. **Cano, S.D. et al.** "The Spectral Analysis of Infant Cry: An Initial Approximation". Proceedings of EUROSPEECH'95 (sponsored by ESCA & IEEE), Madrid, Sept 18-21, 1995
- [12]. **Cano, SD et al** "A Radial Basis Function Network Oriented For Infant Cry Classification". Lectures Notes on Computer Science, LNCS 3287, pp. 374-380, Ed. Springer Verlag,
<http://www.springerlink.com/index>
- [13]. **Campistol, J., García-García, J., Lobera, E., Sanmartí, F. X., Conill, J., Fernández-Alvarez, E.** "Síndrome de Ohtahara: una forma de epilepsia edad-dependiente". Revista de Neurología. Vol.25. No. 138, Barcelona, pp. 212-214, 1997.
- [14]. **Ekkel, T.** Reporte final de estancia investigativa en el GPV, Universidad de Oriente, Diciembre 2001
- [15]. **Enríquez, E.V. y Berrojo, M.A.** "PCVOX. Manual del usuario. Versión 1.2". ETSIT. Departamento de Ingeniería Electrónica Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1992.
- [16]. **Duda R., Hart Po, Stork D.,** *Pattern Classification, 2 nd edition*, John Wiley & Sons, Inc., ISBN 0-471-05669-3, 2001.
- [17]. **Gopal, H.P., Gerber, S.E.** "Why and how should we study the infant cry?". Int. Journal Pediatric Otorhinolaryngology, 24, 1992, pp. 145-159
- [18]. **Golub H., Corwin M.,** *Infant cry: a clue to diagnosis*, Pediatrics, vol. 69 (1982), pp. 197-201.
- [19]. **Gustafson, G.E.&Green,J.A:** On the importance of fundamental frequency in cry perception and infant development Child Development, 60, Aug. 1989. 18
- [20]. **Helge Ritter,** et al. *Neural Computation and Self-Organizing Maps.* Addison-Wesley Publishing Company, Germany, 1991
- [21]. **Kohonen,T.** "The self-organizing map". Proc. IEEE, Vol. 78, 1990, pp. 1464-1480
- [22]. **Lindsay, J., Glaser, G., Richards,P., Ounsted, Ch** "Developmental aspects of focal epilepsies of childhood treated by neurosurgery". Developmental Medicine & Child Neurology. Vol 26. No. 5, London, pp.574-587, 1984.
- [23]. **Lebrun, Y., Devreux, F., Rousseau, J., Darimont, P.,** "Tremulous Speech a case report". Pholia Phoniatri. No.34. pp.134-142, 1982.
- [24]. **Lester, B.M.:** A biosocial model of infant crying. In Leipsitt, L. & Rovee, C. (Eds.). Advances in Infancy Research. Norwood. N.Y. Ablex, (pp 167-207), 1984,
- [25]. **Lim, S and Oppenheim, A** Advanced topics in signal processing. Prentice Hall. New York, 1986.
- [26]. **Lind, J. et al.** "Vocal response to painful stimuli in newborns and young infants". Ann. Paediatr. Fenn. 12, 1966, pp. 55-63
- [27]. **Michelsson,K** "Sound Spectrographic cry analysis of normal and abnormal newborns". Folia Phoniatria, 28, 1982, pp. 161-173
- [28]. **Olivé Badosa, A.** " Síndrome de West". Revista Española de Pediatría. Tomo XXXI No. 182, Barcelona, pp. 267-274, 1975.
- [29]. **Petroni Marco et al.** "Comparison of Neural Network Architectures for the Classification of Three Types of Infant Cry Vocalizations". In the Proceedings of EMSC'95, May 12-14, 1995
- [30]. **Qiaobing Xie, Rabab K.Ward and Charles A.Laszlo.** "Determining normal infants' level-of-distress from cry sounds". In Proceedings of the 1993 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, Vancouver, B.C., Sept. 14-17, 1993, pp 1094-1096
- [31]. **Quilis, A** Fonética acústica de la lengua española. Biblioteca Románica Hispánica. Editorial Gredos, S.A, Madrid, 1981.
- [32]. **Rapisard, G.i et al.** "Assessment of infant cry variability in high-risk infants". Int. Journal Pediatr. Otorhinolaryngol. 17, 1989, pp. 19-29

- [33]. **Ruiz, H.V y Miyares, B.E** "Estudio acústico comparativo del vocalismo de la joven generación cubana y los locutores de Cuba. Aplicaciones prácticas." Comunicación Social. No. 2, Santiago de Cuba, pp. 104-117, 1989.
- [34]. **Soto, J., Escobedo, D., Cano, S.D, Madrazo, R.** *BDLlanto: Base de Datos de Llanto (versión 1.0* Memorias V Simposio Internacional de Comunicación Social (Santiago de Cuba). Impreso en la Universidad de Twente, Holanda, 1997, pp. 228-233
- [35]. **Schonweiler R., Kaese So, Mo11er S., Rinscheid A, Ptok M.,** *Neuronal networks and selforganizing maps: new computer techniques in the acoustic evaluation of the infant cry*, International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology 38 (1996), pp. 1-11
- [36]. **Torres, M. et al.** "El uso de Mapas Auto-organizativos en el reconocimiento de clases en unidades de llanto infantil". Memorias de TELECOM'2000 (en CD-Rom), Conv. Int. FIE'2000, Centro de Convenciones HEREDIA, Julio 2000
- [37]. **Wasz-Hockert O. et al:** *The infant cry: a spectrographic and auditory analysis*, Clin. Devo Med. 29 (1968) pp. 1-42.
- [38]. **Wermke, K., Mende, W., Borschberg, H & Ruppert, R** "Voice characteristics of prespeech vocalizations of twins during the first year of life". Pathologies of Speech and Language: Contributions of Clinical Phonetics and Linguistics. New Orleans, L.A. pp. 1-7, 1996.

Capítulo 3

1. Neurofisiología Contemporánea Ed. Orbe 1975:408
2. Nelson W: Características del recién nacido En Tratado de Pediatría. Ed. Mc Graw Hill. Interamericana 15ed 1998; 185
3. Behrman-Avery: Enfermedades del feto y del recién nacido. Perinatología Neonatología . Ed. Revolucionarias 1985, 136
4. Regüíferos P. Luis A: Evaluación del apgar de 0-3. Rev Cub Obstetricia y Ginecología 1986;275
5. Thomson, A: Clínica Otorinolaringológica, Ed. Revol. 1985.
6. Ceriani Cernadas, JM. : Neonatología práctica. 2 ed. Buenos Aires. Ed. Med. Pan. 1991.
7. Colectivo de Autores.: Guía de prácticas clínicas en Neonatología. Ciudad de La Habana 1999.
8. Dueñas Gómez, E. et. al. : Temas de Pediatría. 2000.
9. Jiménez González, R. et. al. : Neonatología. 2Ed. 1991.
10. Nelson, W-Behrman, R.: Tratado de Pediatría. 15 ED. 1998.
11. Schaffer, AJ.-Avery, ME. : Enfermedades del recién nacido. 1985.
12. Sola, A-Rojido, M.: Cuidados especiales del feto y del recién nacido. 2da ed. 1998.

Capítulo 4

1. Gregoire, A. (1939), L'Apprentissage du langage: les deux premières années. Paris. Felix Alcan.
2. Kuhl, P. et al : (1992), Linguistic Experience Alters Phonetic Perception in Infants by Six Months of Age, Science 255: pp 606-608.
3. De Boysson-Bardies, B. (1995). How Language Comes to Children: From Birth to Six Years. The MIT Press, Cambridge-Massachusetts.
4. Koopmans van Beinum y Van der Stelt, J.M. (1979), Early Stages in Infant Speech Development. Proceedings of the Institute of Phonetic Science. University of Amsterdam 5: 30-43 pp.
5. Changueux, J.P. (1992), Un modèle neuronal capable de raisonnement. La Recherche (vol. 3), no. 244: pp 711-713.
6. Masataka, N. (1992), Pitch Characteristics of Japanese Maternal Speech on Infants. Journal of

Child Language 19: 213-223 pp. 30

7. Oller, D.K.(1980), The Emergence of the Sounds of Speech on Infancy, in Veni Komshian, Kavanagh and Fergusson, *Child Phonology* 1.

8. Werker, J.F., Pegg, J.E. y McLeod, J. (1994), A Cross-Language Investigation of Infant Preference for Infant-Directed Communication. *Infant Behavior and Development* 17, no. 3, pp 323-333.

Capítulo 5

1. Yanai Y, Senba K, Hoasi E. A study on night-crying in infancy. *J Jpn Soc Pediatr Psychiatry Neurol.* 2001;41 :373 –382

2. Regaldo M, Halfon N. Primary care services promoting optimal child development from birth to age 3 years. Review of the literature. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2001;155 :1311 – 1322

3. Reid MJ, Walter AL, O'Leary SG. Treatment of young children's bedtime refusal and nighttime wakings: a comparison of "standard" and graduated ignoring procedures. *J Abnorm Child Psychol.* 1999;27 :5 –16 42

4. Adair R, Zuckerman B, Bauchner H, Philipp B, Levenson S. Reducing night waking in infancy: a primary care intervention. *Pediatrics.* 1992;89 :585 –588

5. Jenkins S, Bax J, Hart H. Behavior problems in preschool children. *J Child Psychol Psychiatry.* 1980;21 :5 –17

6. Kataria S, Swanson MS, Trevathan GE. Persistence of sleep disturbance in preschool children. *J Pediatr.* 1987;110 :642 –646

7. Lozoff B, Wolff AW, Davis NS. Sleep problems seen in pediatric practice. *Pediatrics.* 1985;75 :477 –483

8. Rosen G, Mahowald MW, Ferber R. Sleepwalking, confusional arousals, and sleep terrors in the child. In: Ferber R, Kryger M, eds. *Principles and Practice of Sleep Medicine in the Child.* Philadelphia, PA: W. B. Saunders Co; 1995:99–106

9. Sadeh A, Lavie P, Scher A, Tirosh E, Epstein R. Actigraphic home-monitoring sleep-disturbed and control infants and young children: a new method for pediatric assessment of sleep-wake patterns. *Pediatrics.* 1991;87 :494 –499

10. Burnham MM, Goodlin-Jones BL, Gaylor EE, Anders TF. Nighttime sleep-wake patterns and selfsoothing from birth to one year of age: a longitudinal intervention study. *J Child Psychol Psychiatry.* 2002;43 :713 –725

11. Morrell JMB. The role of maternal cognitions in infant sleep problems as assessed by a new instrument, the maternal cognitions about infant sleep questionnaire. *J Child Psychol Psychiatry.* 1999;40 :247 –258

12. Scher A, Mayseless O. Mothers of anxious/ambivalent infants: maternal characteristics and childcare context. *Child Dev.* 2000;71 :1629 –1639

13. Zuckerman B, Stevenson J, Bailey V. Sleep problems in early childhood: continuities, predictive factors and behavioral correlates. *Pediatrics.* 1987;80 :664 –671

14. Hayes MJ, Parker KG, Sallinen B, Davare AA. Bedsharing, temperament, and sleep disturbance in early childhood. *Sleep.* 2001;24 :657 –662

15. Lozoff B, Wolf AW, Davis NS. Cosleeping in urban families with young children in the United States. *Pediatrics.* 1984;74 :171 –182

16. Latz S, Wolf AW, Lozoff B. Cosleeping in context. Sleep practices and problems in young children in Japan and the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 1999;153 :339 –346

17. Kohyama J, Shiiki T, Ohinata-Sugimoto J, Hasegawa T. Potentially harmful sleep habits of 3-yearold children in Japan. *J Dev Behav Pediatr.* 2002;23 :67 –70

18. Wessel MA, Cobb JC, Jackson EB, Harris GS, Detwiler AC. Paroxysmal fussing in infancy, sometimes called "colic." *Pediatrics*. 1954;14 :421–433
19. Weissbluth M, Colic. In: Ferber R, Kryger M, eds. *Principles and Practice of Sleep Medicine in the Child*. Philadelphia, PA: W. B. Saunders Co; 1995:75–78
20. Caudill W, Plath DW. Who sleep by whom? Parent-child involvement in urban Japanese families. *Psychiatry*. 1966;29 :344–366 43
21. Lam P, Hiscock H, Wake M. Outcomes of infant sleep problems: a longitudinal study of sleep, behavior, and maternal well-being. *Pediatrics*. 2003; 111(3). Available at: www.pediatrics.org/cgi/content/full/111/3/e203
22. Moore T, Ucko LE. Night waking in early infancy. *Arch Dis Child*. 1957;32 :333–342
23. Anders TF, Halpern LF, Hua J. Sleeping through the night: a developmental perspective. *Pediatrics*. 1992;90 :554–560
24. Hayes MJ, Roberts SM, Stowe R. Early childhood co-sleeping: parent-child and parent-infant nighttime interactions. *Infant Ment Health J*. 1996;17 :348–357
25. Barr RG. Changing our understanding of infant colic. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2002;156 :1172–1174
26. Barr RG, Gunnar MR. Colic: the "transient responsivity" hypothesis. In: Barr RG, Hopkins B, Green J, eds. *Crying as a Sign, a Symptom and a Signal: Clinical, Emotional and Developmental Aspects of Infant and Toddler Crying*. London, England: Mackeith Press; 1997:41–46
27. Clifford TJ, Campbell K, Speechley KN, Gorodzinsky F. Infant colic: empirical evidence of the absence of an association with source of early nutrition. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2002;156 :1123–1128
28. Lucassen PL, Assendelft WJ, van Eijk JT, Gubbels JW, Douwes AC, van Geldrop WJ. Systematic review of the occurrence of infantile colic in the community. *Arch Dis Child*. 2001;84 :398–403
29. St. James-Roberts I, Lucas A. Crying, fussing and colic behaviour in breast- and bottle-fed infants. *Early Hum Dev*. 1998;53 :9–18
30. Clifford TJ, Campbell MK, Speechley KN, Gorodzinsky F. Sequelae of infant colic: evidence of transient infant distress and absence of lasting effects on maternal mental health. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2002;156 :1183–1188
31. Sourander A. Emotional and behavioural problems in a sample of Finnish three-year-olds. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2001;10 :98–104
32. Scher A, Blumberg O. Night waking among 1-year olds: a study of maternal separation anxiety. *Child Care Health Dev*. 1999;25 :323–334
33. Reuveni H, Chapnick G, Tal A, Tarasiuk A. Sleep fragmentation in children with atopic dermatitis. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1999;153 :249–253
34. Slattery MJ, Klein DF, Mannuzza S, Moulton JL III, Pine DS, Klein RG. Relationship between separation anxiety disorder, parental panic disorder, and atopic disorders in children: a controlled high-risk study. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry*. 2002;41 :947–954
35. Laberge L, Tremblay RE, Vitaro F, Montplaisir J. Development of parasomnias from childhood to early adolescence. *Pediatrics*. 2000;106 :67–74

Capítulo 6

1. Acebo C, Thoman EB. Role of infant crying in the early mother-infant dialogue. *Physiol Behav* 1995; 57(3):541-7.
2. Apgar V. y Stanley, James: Los Primeros sesenta segundos de vida en Reanimación del Recien nacido 2da ed -H. Abrahamson . Ed. Salvat 1995: 144-58
3. Arch-Tirado E, Mandujano M, Garcia-Torices L, Martinez-Cruz CF, Reyes-Garcia CA, Taboada-Picazo V. [Cry analysis of hypoacoustic children and normal hearing children]. *Cir Cir* 2004;72(4):271-6.

4. Arch-Tirado E, McCowan B, Saltijeral-Oaxaca J, Zarco de Coronado I, Licon-Bonilla J. Development of isolation-induced vocal behavior in normal-hearing and deafened guinea pig infants. *J Speech Lang Hear Res* 2000;43(2):432-40.
5. Arch-Tirado E. Comunicación animal. *Información Científica y Tecnológica* 1991;13:7-10.
6. Arch-Tirado EM, Saltijeral-Oaxaca B, Zarco-de Coronado J, Licon- Bonilla I. Development of isolation-induced vocal behavior in normal- hearing and deafened Guinea pig infants. *J Speech Lang Hear Res* 2000;43(2):432-440.
7. Assal G, Aubert C. [Recognition of onomatopoeias and animal cries during focalized lesions of the cerebral cortex (author's transl)]. *Rev Neurol (Paris)* 1979;135(1):65-73.
8. Barr RG, Elias MF. Nursing interval and maternal responsivity: effect on early infant crying. *Pediatrics* 1988;81(4):529-36.
9. Bellieni CV, Sisto R, Cordelli DM, Buonocore G. Cry features reflect pain intensity in term newborns: an alarm threshold. *Pediatr Res* 2004;55(1):142-6.
10. Berhmann, A.: Enfermedades del feto y del recién nacido-Perinatología -Neonatología, Ed. Revolucionarias 1985:416
11. Blanchard RJ, Blanchard DC, Rodgers J, Weiss SM. The characterization and modelling of antipredator defensive behavior. *Neurosci Biobehav Rev* 1990;14(4):463-72.
12. Blumberg MS, Sokoloff G. Do infant rats cry? *Psychol Rev* 2001;108(1):83-95.
13. Braungart-Rieker JM, Stifter CA. Infants' responses to frustrating situations: continuity and change in reactivity and regulation. *Child Dev* 1996;67(4):1767-79.
14. Cecchini M, Lai C, Langher V. Communication and crying in newborns. *Infant Behav Dev* 2007;30(4):655-65.
15. Colton RH, Steinschneider A. The cry characteristics of an infant who died of the sudden infant death syndrome. *J Speech Hear Disord* 1981;46(4):359-63.
16. Corwin MJ, Lester BM, Sepkoski C, Peucker M, Kayne H, Golub HL. Newborn acoustic cry characteristics of infants subsequently dying of sudden infant death syndrome. *Pediatrics* 1995;96(1 Pt 1):73-7.
17. Corwin MJ, Lester BM, Sepkoski C, Peucker M, Kayne H, Golub HL. Newborn acoustic cry characteristics of infants subsequently dying of sudden infant death syndrome. *Pediatrics* 1995;96(1 Pt 1):73-7.
18. Cullen JK, Jr., Fargo N, Chase RA, Baker P. The development of auditory feedback monitoring. I. Delayed auditory feedback studies on infant cry. *J Speech Hear Res* 1968;11(1):85-93. 64
19. Christensson K, Cabrera T, Christensson E, Uvnas-Moberg K, Winberg J. Separation distress call in the human neonate in the absence of maternal body contact. *Acta Paediatr* 1995;84(5):468-73.
20. Chuang SM, Wang TR, Jean HH, Lee FY. The cat cry (cri du chat) syndrome: report of a case with review of 10 cases at the National Taiwan University Hospital. *Taiwan Yi Xue Hui Za Zhi* 1989;88(6): 628-629, 635-638.
21. Diven J. Peculiarities of disease in childhood. In: Abt IA, editor. *Pediatrics*. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1923. p. 208-209.
22. Eilers R, Oller DK. Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment. *J Pediatr Psychol* 1994;124(2):199-203.
23. Eilers RE, Oller DK. Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment. *J Pediatr* 1994;124(2):199-203.
24. Fort A, Ismaelli A, Manfredi C, Brusciaglioni P. Parametric and non-parametric estimation of speech formants: application to infant cry. *Med Eng Phys* 1996;18(8):677-91.
25. Fort A, Manfredi C. Acoustic analysis of newborn infant cry signals. *Med Eng Phys* 1998;20(6):432-442.
26. Fort A, Manfredi C. Acoustic analysis of newborn infant cry signals. *Med Eng Phys* 1998;20(6):432-42.

27. Fuller B, Thomson M, Conner DA, Scanlan J. Relationship of cues to assessed infant pain level. *Clin Nurs Res* 1996;5(1):43-66.
28. Fuller BF, Conner DA. The effect of pain on infant behaviors. *Clin Nurs Res* 1995;4(3):253-73.
29. Fuller BF. Acoustic discrimination of three types of infant cries. *Nurs Res* 1991;40(3):156-160.
30. Golub HL, Corwin MJ. Infant cry: a clue to diagnosis. *Pediatrics* 1982;69(2):197-201.
31. González-Lima FF, Ewert JP. Learning-related activation in the auditory system of the rat produced by long-term habituation: a 2- deoxyglucose study. *Brain Res* 1989;498:67-69.
32. Hennessy MB. Both prevention of physical contact and removal of distal cues mediate cortisol and vocalization responses of Guinea pig pups to maternal separation in a novel environment. *Physiol Beba* 1988;43:729-733.
33. Irons, M.: Screening for metabolic disorders. How are we doing? in *Update in Neonatology - The Pediatrics Clinics of North America* Oct 1993:1076-77
34. Johnston CC, Sherrard A, Stevens B, Franck L, Stremmer R, Jack A. Do cry features reflect pain intensity in preterm neonates? A preliminary study. *Biol Neonate* 1999; 76(2):120-4.
35. Johnston CC. Pain assessment and management in infants. *Pediatrician* 1989; 16(1-2):16-23.
36. Knudsen E. The role of auditory experience in the development and maintenance of sound localization. *Trends Neurosci* 1984;7:326-330.
37. Koivisto M. Cry analysis in infants with Rh haemolytic disease. *Acta Paediatr Scand* 1987(Suppl);335:1-73.
38. Lenneberg EH, Lenneberg E. *Foundations of language development : a multidisciplinary approach*. New York: Academic Press; 1975. 65
39. Lester BM, Anderson LT, Boukydis CF, Garcia-Coll CT, Vohr B, Peucker M. Early detection of infants at risk for later handicap through acoustic cry analysis. *Birth Defects Orig Artic Ser* 1989;25(6):99-118.
40. Lester BM, Boukydis CF, LaGasse L. Cardiorespiratory reactivity during the Brazelton Scale in term and preterm infants. *J Pediatr Psychol* 1996;21(6):771-83.
41. Lester BM, Corwin MJ, Sepkoski C, Seifer R, Peucker M, McLaughlin S, et al. Neurobehavioral syndromes in cocaine-exposed newborn infants. *Child Dev* 1991;62(4):694- 705.
42. Lester BM. Developmental outcome prediction from acoustic cry analysis in term and preterm infants. *Pediatrics* 1987;80(4):529-34.
43. Lester BM. Spectrum analysis of the cry sounds of well-nourished and malnourished infants. *Child Dev* 1976;47(1):237-41.
44. Lind K, Wermke K. Development of the vocal fundamental frequency of spontaneous cries during the first 3 months. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;64(2):97-104.
45. Lind K, Wermke K. Development of the vocal fundamental frequency of spontaneous cries during the first 3 months. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;64(2):97-104.
46. López-Cámara DM, McCowan M, Zarco BI. Clasificación según estructura acústica de las vocalizaciones emitidas por cobayos infantiles en situación de estrés por aislamiento. En: *XCVI Reunión Reglamentaria, Asociación de Investigación Pediátrica, 2003; Pachuca, Hidalgo, 2003*. pp. 319-338.
47. Ludington-Hoe SM, Cong X, Hashemi F. Infant crying: nature, physiologic consequences, and select interventions. *Neonatal Netw* 2002;21(2):29-36.
48. Michelsson K, Christensson K, Rothganger H, Winberg J. Crying in separated and nonseparated newborns: sound spectrographic analysis. *Acta Paediatr* 1996;85(4):471-5.
49. Michelsson K, Michelsson O. Phonation in the newborn, infant cry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999;49(Suppl 1):S297-S301.

50. Michelsson K, Raes J, Rinne A. Cry score--an aid in infant diagnosis. *Folia Phoniatr (Basel)* 1984;36(5):219-24.
51. Michelsson K, Sirvio P, Koivisto M, Sovijarvi A, Wasz-Hockert O. Spectrographic analysis of pain cry in neonates with cleft palate. *Biol Neonate* 1975;26(5-6):353-8.
52. Michelsson K, Sirvio P, Wasz-Hockert O. Pain cry in full-term asphyxiated newborn infants correlated with late findings. *Acta Paediatr Scand* 1977;66(5):611-6.
53. Michelsson K, Sirvio P, Wasz-Hockert O. Sound spectrographic cry analysis of infants with bacterial meningitis. *Dev Med Child Neurol* 1977;19(3):309-15.
54. Michelsson K, Tuppurainen N, Aula P. Cry analysis of infants with karyotype abnormality. *Neuropediatrics* 1980;11(4):365-76.
55. Michelsson K. [Why babies cry?]. *Nord Med* 1995;110(11):271-2.
56. Michelsson K. Cry analyses of symptomless low birth weight neonates and of asphyxiated newborn infants. *Acta Paediatr Scand Suppl* 1971;216:1-45.66
57. Orozco-García J, Reyes-García C, Mandujano M, Arch-Tirado E. Acoustic Features Analysis for Recognition of Normal and Hypoacusic Infant Cry Based on Neural Networks. *Lecture Notes in Computer Science 2687: Artificial Neural Nets Problem Solving Methods* 2006:615- 622.
58. Parvizi J, Anderson SW, Martin CO, Damasio H, Damasio AR. Pathological laughter and crying: a link to the cerebellum. *Brain* 2001;124(Pt 9):1708-19.
59. Pasternack, J.: Hypoxic-Ischemic brain damage in the term infant (Lessons from the laboratory) in *Pediatrics Clinics of North America* Oct. 1993:1061-72
60. Pemell R. *De morbis puerorum or a Treatise of Diseases of children*. New York: USV Pharmaceutical Corp.; 1971, Facsimilar de 1653.
61. Rapisardi G, Vohr B, Cashore W, Peucker M, Lester B. Assessment of infant cry variability in high-risk infants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1989;17(1):19-29.
62. Regueiferos, P. Luis, *Temas de Perinatología*. Ed. Científico-Técnica 1999;138
63. Regueiferos, P. Luis A: Seguimiento neurofisiológico en infantes de 0-5 años con antecedentes de afecciones Perinatales, *Pediatría* 1997:105
64. Regueiferos P. Luis A: Nuevas consideraciones en la terapéutica del sufrimiento cerebral agudo Postanóxico. *Pediatría* 84:NN 103
65. Regueiferos, Luis A: El ictero neonatal en *Temas de Perinatología* Ed. Científico-Técnica 1999:158-71
66. Robb MP, Cacace AT. Estimation of formant frequencies in infant cry. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1995;32(1):57-67.
67. Robb MP, Crowell DH, Dunn-Rankin P, Tinsley C. Cry features in siblings of SIDS. *Acta Paediatr* 2007;96(10):1404-8.
68. Robb MP, Goberman AM, Cacace AT. An acoustic template of newborn infant crying. *Folia Phoniatr Logop* 1997;49(1):35-41.
69. Schiefenhovel W. [Suffering without meaning? Illness, pain and death. Development of evolutionary medicine]. *Gesundheitswesen* 2000;62(1 Suppl):S3-8.
70. Snashall S. Deafness in children. *Br J Hosp Med* 1985;33:205-209.
71. Snowdon CT. Affiliative processes and vocal development. *Ann New York Acad Sci* 1997;807:340-351.
72. Stalley, James: *Fisiología y Bioquímica M Reanimación del Recien nacido* 2da ed -H. Abrahamson. Ed, Salvat 1995:21
73. Varallyay, G, Jr. The melody of crying. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2007;71(11):1699-708.
74. Vats-Hekkert O, Mikhelson K, Sirvio P. Cry analysis and brain lesions in newborn children. *Zh Nevropatol Psikhiatr Im S S Korsakova* 1978;78(10):1482-1485.
75. Vohr BR. New approaches to assessing the risks of hyperbilirubinemia. *Clin Perinatol* 1990;17(2):293-306.

76. Wald, M.: Problemas de adaptación metabólica: Glucosa, Calcio y Magnesio en Asistencia del recién nacido de alto riesgo-Klauss-Fanaroff. Ed. Científico-Técnica 1980:233-5167
77. Wasz-Hockert O, Koivisto M, Vuorenkoski V, Partanen TJ, Lind J. Spectrographic analysis of pain cry in hyperbilirubinemia. *Biol Neonate* 1971;17(3):260-271.
78. Wasz-Hockert O, Lind J, Vuorenkoski V, Partanen TJ, Valanné E. The infant cry. A spectrographic and Auditory Analysis. London: William Heinemann Medical Books, Ltd.; 1968.
79. Wasz-Hockert O, Valanne E, Vuorenkoski V, Michelsson K, Sovijarvi A. Analysis of some types of vocalization in the newborn and in early infancy. *Ann Paediatr Fenn* 1963; 9:1-10.
80. Wasz-Hockert O, Vuorenkoski V, Valanne E, Michelsson K. [Sound spectrographic studies of the cry of newborn infants.]. *Experientia* 1962; 18:583-4.
81. Wermke K, Hauser C, Komposch G, Stellzig A. Spectral analysis of prespeech sounds (spontaneous cries) in infants with unilateral cleft lip and palate (UCLP): a pilot study. *Cleft Palate Craniofac J* 2002;39(3):285-94.
82. Wermke K, Mende W, Manfredi C, Brusciaglioni P. Developmental aspects of infant's cry melody and formants. *Med Eng Phys* 2002;24(7-8):501-14.
83. Wolf P. The natural history of crying and other vocalization in early infancy. In: Foss B, editor. *Determinants of infant behavior IV*. London: Methuen Press; 1969.
84. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehel AL. Language of early-and later identified children with hearing loss. *Pediatrics* 1998;102(5):1161-1171.
85. Zeskind PS, Lester BM. Analysis of cry features in newborns with differential fetal growth. *Child Dev* 1981;52(1):207-12.
86. Zeskind PS, Marshall TR, Goff DM. Cry threshold predicts regulatory disorder in newborn infants. *J Pediatr Psychol* 1996;21(6):803-19.

Capítulo 7

1. Wasz-Hockert O, Vuorenkoski V, Valanne E, Michelsson K. Sound spectrographic studies of the cry of newborn infants. *Experientia*. 1962 Dec 15;18:583-4. German.
2. Wasz-Hockert O, Valanne E, Vuorenkoski V, Michelsson K, Sovijarvi A. Analysis of some types of vocalization in the newborn and in early infancy. *Ann Paediatr Fenn*. 1963;9:1-10.
3. Wasz-Hockert O, Partanen T, Vuorenkoski V, Valanne E, Michelsson K. Effect of training on ability to identify preverbal vocalizations. *Dev Med Child Neurol*. 1964 Aug;89:393-6.
4. Michelsson K. Cry analyses of symptomless low birth weight neonates and of asphyxiated newborn infants. *Acta Paediatr Scand Suppl*. 1971;216:1-45.
5. Michelsson K, Sirvio P, Wasz-Hockert O. Pain cry in full-term asphyxiated newborn infants correlated with late findings. *Acta Paediatr Scand*. 1977 Sep;66(5):611-6.
6. Manfredi C, Tocchioni V, Bocchi L. A robust tool for newborn infant cry analysis. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2006;1:509-12.
7. Várallyay G Jr. The melody of crying. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2007 Nov;71(11):1699-708. Epub 2007 Aug 27.
8. Sisto R, Bellieni CV, Perrone S, Buonocore G. Neonatal pain analyzer: development and validation. *Med Biol Eng Comput*. 2006 Oct;44(10):841-5. Epub 2006 Sep 16.
9. Cano, S "Determinación del tono de voz mediante análisis de cepstrum". *Estudios de Comunicación Social*. Editorial Academia. Ciudad de La Habana, pp. 106-112, 1994.
10. Cano S. D., Escobedo D. I., *Clasificación de unidades de llanto infantil mediante el mapa autoorganizado de kohonen*, AIRENE, Grupo de Procesamiento de Voz, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba, 1998

11. Cano, S., D. Escobedo, M. Socarrás. "BPVOZ Sistema Computarizado para el Procesamiento de la Voz". Proceeding of IV SICS, Santiago de Cuba, Enero 1995
12. Cano, SD et al. "El uso de los mapas auto-organizados de Kohonen en la clasificación de unidades de llanto infantil". 1er Taller AIRENE sobre reconocimiento de patrones con Redes Neuronales, Universidad Católica del Norte, Chile, 2000, pp. 24-29
104
13. Cano, S.D. et al. "The Spectral Analysis of Infant Cry: An Initial Approximation". Proceedings of EUROSPEECH'95 (sponsored by ESCA & IEEE), Madrid, Sept 18-21, 1995
14. Cano, SD et al "A Radial Basis Function Network Oriented For Infant Cry Classification". Lectures Notes on Computer Science, LNCS 3287, pp. 374-380, Ed. Springer Verlag,
<http://www.springerlink.com/index>
15. Cano O., S.D., Escobedo, D.I., Suaste, I., Ekkel, T. y Reyes Garcia, C.A.: *A Combined Classifier of Cry Units with New Acoustic Attributes*. In Fco. Martinez Trinidad et al Progress in Pattern Recognition, Image Análisis and Applications, CIARP 2006, Lecture Notes in Computer Science LNCS 4225, pp 416-425, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2006, ISSN 0302-9743, Cancun, Nov 13-17 2006, México.
16. Miyares, F.R., Escobedo, D.I., Cano Ortiz, S.D., Siegmund, R (2005): *Síndrome de West: Una Aproximación Cronobiológica y Análisis de Voz*, Revista Mexicana de Neurociencias. Rev Mex Neuroci 2005, 6(5), pp 384-392, ISSN-1665-5044,
17. Cano O., S.D., Duvergel, F.V, Guerra F., S., Bordies, O., Escobedo B., D.I., Subert S., A., Reyes G., C.A ; WebSA on Cry: Tecnología web aplicada al análisis del llanto infantil, Proceedings del FIE 2008, 14-16 julio 2008, Centro de Convenciones HEREDIA, Stgo de Cuba, ISBN 978-84-00- 08680-0
18. Cano O., S.D., Duvergel, F.V, Guerra F., S., Bordies, O., Escobedo B., D.I., Subert S., A., Reyes G., C.A ; WebSA on Cry: Web-based technology Applied to the Cry Analysis, Proceedings of International Congress on Remote Engineering and Virtual Instrumentation REV 2008, june 2008, Duesseldorf, Germany. ISBN 978-3-89958-352-6.
19. Reyes G., O.F., Cano O., S.D., Reyes G., C.A. Validation of the Cry Unit As Primary Element for Cry Analysis Using An Evolutionary-Neural Approach, 9no Encuentro Internacional Mexicano de Ciencias de la Computacion ENC 2008, oct 2008, Universidad Autonoma de Baja California, Mexicali, Mexico. ISBN
20. Cano O., S.D., Escobedo, D.I., Regueiferos, L., Capdevila, L. (2007) *15 Años del Cry Análisis en Cuba: Resultados y Perspectivas*, CD-proceedings of the VIth Int. Congress on Health Informatics , Informatics 2007, Palacio de las Convenciones, Havana, February 2007, ISBN 978-959-286-002-5.
21. Lind K, Wermke K. Development of the vocal fundamental frequency of spontaneous cries during the first 3 months. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2002 Jun 17;64(2):97-104.
22. Hirschberg J. Dysphonia in infants. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 1999 Oct 5;49 Suppl 1:S293-6.
23. Michelsson K, Michelsson O. Phonation in the newborn, infant cry. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 1999 Oct 5;49 Suppl 1:S297-301.
24. Gilbert HR, Robb MP. Vocal fundamental frequency characteristics of infant hunger cries: birth to 12 months. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngol. 1996;34:237-243.
25. Michelsson K, Eklund K, Leppanen P, Lyytinen H. Cry characteristics of 172 healthy 1- to 7-dayold infants. Folia Phoniatr Logop. 2002 Jul-Aug;54(4):190-200.
26. Koivisto M. Cry analysis in infants with Rh haemolytic disease. Acta Paediatr Scand Suppl. 1987;335:1-73.

27. Corwin MJ, Lester BM, Sepkoski C, Peucker M, Kayne H, Golub HL. Newborn acoustic cry characteristics of infants subsequently dying of sudden infant death syndrome. *Pediatrics*. 1995 Jul;96(1 Pt 1):73-7.
28. Corwin MJ, Lester BM, Sepkoski C, McLaughlin S, Kayne H, Golub HL. Effects of in utero cocaine exposure on newborn acoustical cry characteristics. *Pediatrics*. 1992 Jun;89(6 Pt 2):1199-203.
29. Wermke K, Mende W, Manfredi C, Brusciaglioni P. Developmental aspects of infant's cry melody and formants. *Med Eng Phys*. 2002 Sep-Oct;24(7-8):501-14.
30. Wermke K, Leising D, Stelzig-Eisenhauer A. Relation of melody complexity in infants' cries to language outcome in the second year of life: a longitudinal study. *Clin Linguist Phon*. 2007 Nov- Dec;21(11-12):961-73.
31. Lester BM. Spectrum analysis of the cry sounds of well-nourished and malnourished infants. *Child Dev*. 1976 Mar;47(1):237-41.
32. Colton RH, Steinschneider A. The cry characteristics of an infant who died of the sudden infant death syndrome. *J Speech Hear Disord*. 1981 Nov;46(4):359-63.
33. Vuorenkoski V, Lind J, Partanen TJ, Lejeune J, Lafourcade J, Wasz-Höckert O. Spectrographic analysis of cries from children with *maladie du cri du chat*. *Ann Paediatr Fenn*. 1966;12(3):174-80.
34. Angelo Facchinia, Carlo V. Bellienib, Nadia Marchettinia, Federico M. Pulsellia and Elisa B.P. Tiezzi. Relating pain intensity of newborns to onset of nonlinear phenomena in cry recordings. *Physics Letters A*. 2005 May, (338) 2:332-337.
35. Grau SM, Robb MP, Cacace AT. Acoustic correlates of inspiratory phonation during infant cry. *J Speech Hear Res*. 1995 Apr;38(2):373-81.
36. Michael P. Robb. Bifurcations and Chaos in the Cries of Full-Term and Preterm Infants. *Folia Phoniatr Logop* 2003;55(5):233-240
37. Lederman D.; Automatic Classification Of Infant's Cry; Tesis de Maestría, Ben-Gurion University of the Negev, Israel, 2002
38. Orozco G. J., Reyes G. C.A.; Extracción de Análisis de Características Acústicas del Llanto de Bebés para su Reconocimiento Automático Basado en Redes Neuronales; Tesis de Maestría, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, Puebla, México, 2003
39. Reyes-Galaviz O. F., Reyes-García, C.A.; Infant Cry Classification to Identify Hypoacoustics and Asphyxia with Neural Networks: Lecture Notes in Computer Science Vol. 2972 Springer, Berlin, pp 69-78, ISBN 3-540-21459-3, ISSN 0302-9743. 2004
40. Shamma S., Byrne W., Robinson J.; The Auditory Processing and Recognition of Speech; Association for Computational Linguistics, 1989
41. Barajas S. E., Reyes G. C.A; Clasificación de Llanto Infantil; Tesis de Maestría, Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica, Puebla, México, 2006