



FACULTAD DE  
**CIENCIAS**

UDELAR | [fcien.edu.uy](http://fcien.edu.uy)



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

**Trabajo final de Carrera de Grado  
Licenciatura en Ciencias Biológicas**

Título:

**Vocalizaciones de bebés en un modelo de empatía**

Bach. Avril Regueira Dominguez

Orientación: Dr. Leonel Gómez

Co-orientación: Mag. Antonella Arrieta

Montevideo, Uruguay

2022

# “Hablo con la voz que está detrás de la voz...”

Alejandra Pizarnik



EMBA

# ÍNDICE

<b>Resumen</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>6</b>
1.1 Expresión de las emociones.....	7
1.2 Vocalizaciones tempranas.....	9
1.3 Estudio de las emociones a través del canal vocal.....	10
1.4 La empatía y el canal vocal.....	12
<b>2. Justificación del problema e hipótesis</b> .....	<b>13</b>
<b>3. Objetivos generales y específicos</b> .....	<b>14</b>
3.1. Objetivo general.....	14
3.2. Objetivos específicos.....	14
<b>4. Métodos y materiales</b> .....	<b>15</b>
4.1 Participantes.....	15
4.2 Modelo experimental de empatía.....	16
4.3 Procedimiento.....	17
4.4. Clasificación de las vocalizaciones.....	17
4.5. Análisis estadísticos.....	19
4.6. Aspectos éticos.....	20
<b>5. Resultados</b> .....	<b>20</b>
5.1. Comparación entre fase basal y fase de dolor.....	20
5.2. Caracterización de las vocalizaciones en el modelo de empatía.....	21
5.3. Análisis de la estructura secuencial de vocalizaciones empáticas.....	27
<b>6. Discusión</b> .....	<b>27</b>
6.1. Diferencias entre vocalizaciones de la fase basal y la fase de dolor.....	28
6.2. Comparación entre vocalizaciones durante la fase de dolor.....	29
6.3. Secuencia temporal de las vocalizaciones empáticas.....	32
<b>7. Limitaciones</b> .....	<b>33</b>
<b>8. Conclusiones</b> .....	<b>33</b>
<b>9. Perspectivas a futuro</b> .....	<b>34</b>
<b>10. Agradecimientos</b> .....	<b>36</b>
<b>11. Bibliografía</b> .....	<b>37</b>

## Resumen

El canal vocal se ha destacado como vía de expresión emocional, incluso las vocalizaciones no verbales de las emociones son fundamentales para el desarrollo de las interacciones sociales tempranas que posibilitarán el establecimiento de vínculos en la etapa adulta. Se han descrito distintos perfiles acústicos para diversas emociones, pero para habilidades sociales más complejas como la empatía no se han caracterizado aún. La empatía es una habilidad social que implica la capacidad de experimentar el estado afectivo y psicológico de otro individuo. Involucra diversos estados afectivos y, en general, se distinguen tres componentes que la integran: afectivo, cognitivo y motivacional. Existen distintos modelos para estudiar la empatía, en este trabajo nos basamos en el modelo desarrollado por Zahn Waxler y colegas (1992), que consiste en dos fases: en la primera la madre juega con su hijo con un objeto como lo hace habitualmente (fase basal) y en la segunda se pincha con el objeto y muestra signos de dolor y luego se recupera paulatinamente (fase de dolor). Aunque las respuestas de los niños en este modelo se han dividido en comportamientos de preocupación afectiva (componente afectivo), inquisitivos (componente cognitivo) y prosociales (componente motivacional), hasta el momento no se ha realizado un estudio sobre las vocalizaciones que realiza el bebé en este u otro modelo de empatía.

En base a estos antecedentes nos planteamos la siguiente hipótesis: las vocalizaciones emitidas por bebés de 11 a 16 meses de edad presentan características acústicas específicas en cada componente de la empatía (afectivo, cognitivo y prosocial). Para llevar a cabo esta hipótesis nos planteamos los siguientes objetivos: 1) Comparar los parámetros de las vocalizaciones emitidas por bebés de un año de edad durante la simulación de dolor con las de la situación basal, 2) Caracterizar el patrón acústico de las vocalizaciones de preocupación, inquisitivas y prosociales emitidas por bebés durante la fase de simulación de dolor, 3) Analizar la secuencia temporal de los distintos tipos de vocalizaciones emitidas durante la fase de dolor.

En este estudio participaron 10 niños (7 niñas) entre 11 y 16 meses, y sus madres. Luego de solicitar el consentimiento informado, se realizó el registro de las vocalizaciones durante el modelo de empatía en la casa de los participantes. El modelo consistió en registrar el comportamiento y las vocalizaciones de los niños en las siguientes etapas: 1) la madre se involucra en el juego con el niño utilizando un juguete nuevo (un trompo) durante 60 seg. y 2) la madre simula pincharse y finge sentir dolor mediante verbalizaciones y gestos de dolor durante 30 seg. para luego recuperarse paulatinamente durante los siguientes 30 seg. (fase

de simulación del dolor), evitando establecer contacto visual o promover la respuesta del niño. Los resultados muestran que es posible distinguir entre las vocalizaciones del basal y las de la fase de dolor con un parámetro acústico (modulación de la amplitud). A su vez, dentro de las vocalizaciones emitidas en la fase de dolor se logran describir características distintivas de los tres componentes de la empatía: 1) Las vocalizaciones de preocupación (componente afectivo) muestran un aumento de la frecuencia media, que ha sido asociada a emociones con alta carga afectiva como angustia o tristeza, 2) las vocalizaciones inquisitivas (componente cognitivo) muestran una disminución en su frecuencia media, lo cual se ha vinculado previamente con estados afectivos con menos carga afectiva, asociados a la búsqueda y curiosidad, y 3) las vocalizaciones prosociales (componente motivacional), presentan una modulación de la amplitud mayor, sugiriendo que son intensas aunque no se asocian con claridad a un estado afectivo en particular, subrayando su complejidad. En cuanto a la secuencia de aparición de las vocalizaciones en la fase de dolor, observamos que en concordancia estudios previos, las prosociales ocurren más tardíamente que las implicadas en el componente afectivo y cognitivo. Estos resultados deben tomarse con cautela, dado el número reducido de la muestra y el carácter descriptivo del estudio.

En conclusión, este estudio sugiere que las vocalizaciones ante el dolor de la madre informan sobre la diversidad de estados afectivos presentes en la experiencia empática de los bebés. Estas vocalizaciones no tienen un único perfil acústico sino que presentan perfiles acústicos diferenciales vinculados a cada componente empático, sugiriendo la existencia de un correlato acústico específico para las vocalizaciones de preocupación, inquisitivas y prosociales. A su vez, las vocalizaciones empáticas tienen una aparición más tardía, esto va en línea con lo esperado y descrito en estudios previos donde se sugiere que el componente motivacional requiere la aparición de procesos afectivos y cognitivos previamente, remarcando el carácter dinámico y complejo de la empatía.

Futuros abordajes dentro de esta temática podrían permitirnos construir perfiles acústicos para los estados afectivos que experimentan los bebés en este modelo y analizar si estos perfiles difieren de acuerdo a la edad y sexo de los niños.

## 1. Introducción

Las emociones poseen una gran importancia evolutiva, han permitido guiar y coordinar los comportamientos de los individuos para garantizar su supervivencia y adaptación al señalar estímulos generados en situaciones beneficiosas y de peligro. A su vez, permiten regular el estado interno del organismo preparando al individuo para una determinada acción. En particular, las emociones brindan información sobre las intenciones y comportamientos de otros permitiendo regular las interacciones. De este modo, son claves en la integración de los individuos al mundo social y en el establecimiento de vínculos duraderos (Damasio, 2006; Panksepp, 2009; Mendl, Burman & Paul, 2010).

Las emociones se expresan por diversos canales, uno de ellos es el vocal. La relevancia de este canal ha sido un tema extensamente estudiado. En efecto, Darwin, en su icónico libro “La expresión de las emociones en el hombre y en los animales” (1872), ya consideraba la importancia de las vocalizaciones como señaladoras de emociones. Allí se defendía que las expresiones sonoras de los animales tenían una “carga semántica plural” y se enumeraban situaciones en las que los animales emiten, con una finalidad clara, distintos tipos de vocalizaciones (sexuales, de curiosidad, de miedo, etc) (Fort y Carazo, 2009; Lizarraga, 2009).

En particular, en nuestra especie, los niños son capaces de detectar las vocalizaciones de sus cuidadores principales, imitar sonidos y reconocer el tono afectivo de su interlocutor desde edades muy tempranas (Piaget 1962; Poulson et al., 1991; Crespo-Llado et al., 2018; Pelaez et al., 2018). Ya a las 10 semanas de vida, los niños son capaces de seleccionar e imitar aspectos como el tono, la intensidad y la duración de los sonidos producidos por las madres; y de producir vocalizaciones similares a las emitidas en un video (Kuhl y Meltzoff, 1996; Gratier y Devouche, 2011).

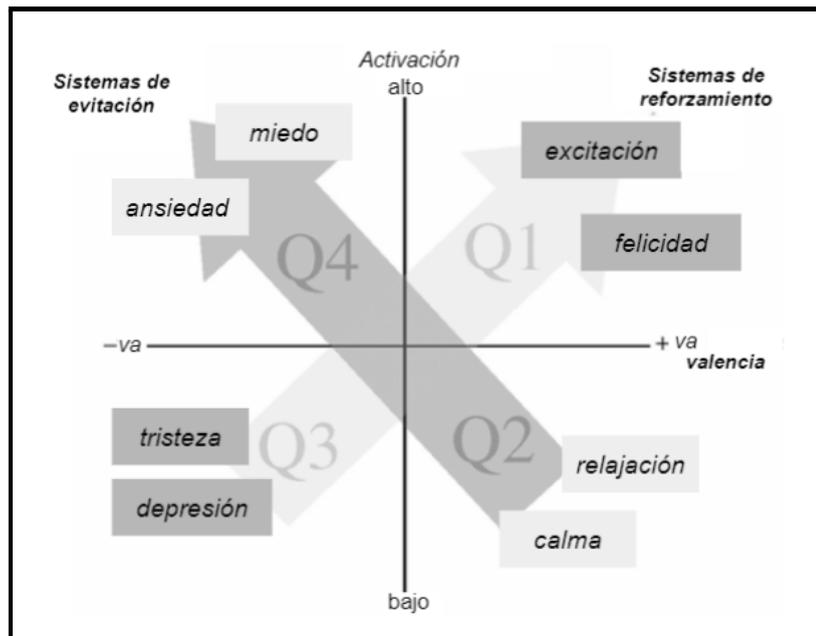
Tanto en la fase preverbal como en la de desarrollo del lenguaje, las emociones, a través del canal vocal, facilitan el establecimiento de vínculos y la inserción de los niños al mundo social (Young et al., 2016). A través de las vocalizaciones los niños atraen la atención de los cuidadores y fomentan los momentos de intercambios entre ambos (Lonstein et al., 2015, Stolt et al., 2014), constituyendo elementos claves para la maduración de distintos procesos psicofisiológicos (Mundy et al., 2003; Carpenter et al., 1998; Yaniv et al., 2021).

Recientemente la literatura ha comenzado a utilizar análisis acústicos avanzados generando mayor cantidad de resultados en seres humanos. Sin embargo, la mayor parte de los estudios, en edades tempranas, se ha enfocado en la descripción de las vocalizaciones ante emociones básicas como la alegría, la tristeza, o la furia (Goudbeek y Scherer, 2010; Laukka, 2017). En particular, no ha sido explorado el canal vocal en relación a emociones sociales más complejas, como ocurre con las vocalizaciones emitidas ante el sufrimiento de otro.

### **1.1 Expresión de las emociones**

En diversos mamíferos se han observado manifestaciones vocales vinculadas a las emociones (Fitch, 2000; Scherer, 2003; Sèbe, 2008; Goudbeck y Scherer, 2010; Briefer, 2012). Por ejemplo, en ratas se han estudiado en profundidad dos tipos de vocalizaciones ultrasónicas, de 22 y 50 kHz que reflejan la valencia emocional de los emisores: negativas (vocalizaciones de alarma de 22 kHz) y las positivas (50 kHz vocalizaciones vinculadas a estados afectivos positivos, Burgdorf y Moskal, 2009; Knutson et al., 2002; Panksepp y Burgdorf, 2000). En humanos, la expresión de las emociones a través del canal vocal implican una amplia gama de vocalizaciones. Desde breves estallidos de risa (Owren y Bachorowski, 2003) o de afecto no verbales como "ah" o "eww" (Scherer, 1994; Schröder, 2003), a expresiones del habla más complejas con elaboradas características suprasegmentales o prosódicas, es decir unidades que van más allá del fonema (mínima unidad de sonido), como por ejemplo: las pausas, el ritmo y la entonación. Todos estas características son indicadores o aportan a la identificación de la valencia emocional.

Los afectos, y por tanto las emociones implicadas en ellos, pueden clasificarse en una o más dimensiones, que reflejan procesos neurofisiológicos y comportamentales distintivos. La clasificación más frecuente de emociones se centra en dos propiedades, la valencia (positiva, negativa o neutra) y el grado de activación del organismo (alta o baja), ver Figura 1 (Panksepp, 2010; Panksepp y Biven, 2012; Russell y Barret, 1999). De acuerdo a esta clasificación, emociones de valencia positiva y activación alta se corresponden a conductas de búsqueda y acercamiento al estímulo y se basan en mecanismos neurales relacionados a la motivación y al sistema de recompensa. Por el contrario, aquellas que presentan valencia negativa y excitación alta se corresponden con conductas de alejamiento y se asocian con la activación de circuitos neurales de evitación y castigo (Ferreira y Arrieta, 2022; Russell y Barrett, 1999).



**Figura 1.** Modelo bidimensional para la clasificación de sistemas afectivos.

Los afectos se clasifican según su valencia (eje horizontal) y su nivel de activación (experiencia corporal, eje vertical). Estos ejes definen cuatro cuadrantes (Q1-Q4) que contienen el abanico de sentimientos y emociones positivos (vector de Q2 a Q4) y negativos (vector de Q3-Q1). La dirección de estos vectores está íntimamente asociada a la activación de sistemas de reforzamiento o evitación. Imagen adaptada de Russell, 1999.

Ambas dimensiones se sustentan en la actividad del sistema nervioso somático (SNS) y autónomo (SNA). Mientras que el SNS se asocia a los cambios en la actividad de los músculos faciales, la influencia del SNA en las vocalizaciones depende de la actividad de la rama simpática (relacionada con el aumento de actividad y la alerta) y parasimpática (asociada a la baja de la actividad y el descanso) sobre cada emoción. Las emociones de alta excitación están asociadas con una mayor actividad de la rama simpática y una baja actividad parasimpática, y lo contrario se aplica a las emociones de baja excitación (Briefer, 2012).

Estos sistemas en conjunto pueden producir cambios en la tensión de los músculos, en la respiración y la salivación, los cuales generan modificaciones en la fonación e intensidad de la voz (Scherer, 1986; Briefer, 2012). La excitación fisiológica se refleja principalmente en los parámetros vinculados a la respiración y la fonación, como la frecuencia fundamental (F0), amplitud y parámetros de tiempo (por ejemplo, duración y velocidad), mientras que la valencia emocional parece reflejarse en patrones de entonación y la calidad de la voz (es decir, en el patrón de distribución de energía; Scherer, 1986; Briefer, 2012). En relación a

estos parámetros acústicos, algunos autores han caracterizado perfiles acústicos únicos para emociones negativas como ira, miedo, y tristeza. Por ejemplo Banse y Scherer (1996), encontraron que las vocalizaciones que se corresponden con emociones intensas como desesperación, ira, pánico y miedo presentan una F0 más elevada que vocalizaciones que se corresponden con emociones o estados afectivos de baja intensidad como desprecio y aburrimiento. En línea con esto, en la revisión realizada por Snow (2002) se plantea que las situaciones que evocan tensión dan lugar a vocalizaciones con alta frecuencia fundamental. Por su parte Goudbeek y Scherer, 2010, a través del análisis de 12 emociones, encontraron que el balance espectral y ruido espectral son buenos parámetros para diferenciar la valencia de la emoción, más allá de la excitación.

Los parámetros acústicos utilizados para observar los efectos de las emociones se han dividido en cuatro categorías: duración de la pronunciación (velocidad del habla, duración de las partes sonoras y no sonoras), intensidad sonora (rango dinámico, contorno de intensidad), F0 (frecuencia fundamental: tono medio, perturbaciones de frecuencia) y medidas espectrales, reflejando interacciones complejas de tiempo-frecuencia-energía que se relacionan principalmente con la calidad de la voz (equilibrio espectral del timbre, la relación armónicos-ruido y la planitud espectral) (Goudbeek y Scherer, 2010).

## **1.2 Vocalizaciones tempranas**

Para Banse y Scherer (1996), el hecho de que los oyentes sean capaces de reconocer de forma fiable diferentes emociones basándose únicamente en las señales vocales implica que la expresión vocal de las emociones tiene un patrón diferencial. Más de un siglo de investigación en biología del comportamiento, psicología y ciencias del habla y la comunicación sugiere que un gran número de diferentes estados afectivos y motivacionales se comunican por características acústicas específicas de las vocalizaciones. Por ejemplo, Cohn y Tronick (1983) evaluaron la reacción de bebés de tres meses de edad ante un comportamiento simulado de depresión (p. ej.: poca interacción, ausencia de emociones, habla monótona) de sus madres por 3 minutos. Sus resultados muestran que, desde una muy temprana edad, los bebés modifican su afecto en respuesta al cambio afectivo de otros, alteran notablemente la organización de su comportamiento (aumentan las posturas, gestos faciales y miradas de preocupación y protesta) y estos cambios se replican en futuras interacciones.

Hay evidencia contundente acerca de que las emociones producen cambios en la respiración, fonación y articulación, que a su vez determinan en parte los parámetros de la

señal acústica (Scherer, 1989; Scherer y Kappas, 1988; Yale, 1999, 2003; Weinberg y Tronick, 1994), y muchas investigaciones apuntan a la existencia de una filogenia de patrones acústicos de expresión del afecto vocal (Scherer y Kappas, 1988). Sin embargo, aún está poco sistematizado el conocimiento sobre los detalles de los patrones acústicos que caracterizan la expresión vocal humana de emociones específicas. Más aún, no se conocen al momento, estudios donde se caractericen vocalizaciones de emociones sociales complejas.

### **1.3 Estudio de las emociones a través del canal vocal**

En el caso de nuestra especie, la mayor parte de los estudios se ha centrado en el análisis de la expresión de las emociones mediante el lenguaje en términos de su composición semántica (aspectos del significado de los signos lingüísticos), procesos fonológicos (aspectos del sonido de los signos) y duración (Bates & Marchman, 1988; Fenson, Dale, Bates, Reznick, & Thal, 1994; Morales et al., 2000). Algunos estudios muestran la relación entre emociones básicas, como la ira y el interés o curiosidad, con ciertos parámetros físicos en adultos (Banse y Scherer, 1996).

Se ha propuesto que la voz humana -además del contenido simbólico- transmite estados afectivos, cada uno caracterizado por un perfil acústico único (Scherer, Banse, Wallbott y Goldbeck, 1991; Banse & Scherer, 1996). Un conjunto de estudios apoya la idea de patrones de emoción específicos de características acústicas para emociones negativas discretas. Estas emociones son entendidas como subconjuntos de estados afectivos interrelacionados que pueden ser auto-percibidos como unidades (tienen inicio y fin) y pueden ser etiquetables (Scherer, 1986). En este sentido los perfiles acústicos de varias emociones negativas, como ira, miedo, y tristeza, muestran diferencias considerables entre sí, como por ejemplo: F0 alta en ira, media en miedo y baja en tristeza (Pittam and Scherer (1993; Banse y Scherer, 1996; Juslin y Laukka, 2001; van Bezooijen, 1984). Sin embargo, este tipo de estudios se ha realizado con representaciones de actores lo cual tiene limitaciones ecológicas (marcadas en otros artículos). En la Tabla 1 se detallan los aumentos y decrementos de distintas características acústicas para emociones básicas (Johnstone y Scherer, 2000).

**Tabla 1.** Recopilación sintética de la revisión de datos empíricos sobre patrones acústicos de emociones básicas (basada en Johnstone y Scherer, 2000). Extraída de Scherer (2003).

	Estrés	Enojo/furia	Miedo/pánico	Tristeza	Alegría	Aburrimiento
Intensidad	↗	↗	↗	↘	↗	
F0 piso / media	↗	↗	↗	↘	↗	↘
Variabilidad F0	-	↗	-	↘	↗	↘
Rango F0	-	↗	↗(↘)	↘	↗	
Contornos de oraciones	-	↘	-	↘	-	-
Energía de alta frecuencia	-	↗	↗	↘	(↗)	-
Velocidad del habla y articulación	-	↗	↗	↘	(↗)	↘

A pesar de estas caracterizaciones acústicas de las emociones, poco énfasis se ha dado al estudio de la comunicación emocional previa al lenguaje, como el de las vocalizaciones emitidas por los bebés (llanto, balbuceo, primeras palabras) (McCune y Vihman, 2001). Uno de los estudios más destacados es el de Scheiner y colaboradores (2002). En este trabajo, los investigadores realizaron la categorización de once tipos de vocalizaciones en los primeros 12 meses de vida de 7 bebés. Clasificaron cada una de ellas como positivas y negativas (ej. llanto, llanto corto, susurros, gemidos, balbuceos, alaridos/chillidos, risa, hipo y gemidos) e identificaron los parámetros acústicos que mejor diferenciaban los tipos de vocalizaciones. Encontraron que todas las vocalizaciones mostraban un aumento significativo en su duración, rango de frecuencia y pico de frecuencia cuando se pasaba de una emoción positiva a una negativa. Los investigadores identificaron que, en situaciones categorizadas como negativas, los bebés emitían más gritos y vocalizaciones agudas respecto a situaciones positivas y, en éstas últimas, más balbuceos y risas. De estos resultados los autores concluyen que es posible identificar las emociones de acuerdo a la estructura acústica y frecuencia de aparición de las vocalizaciones. Estos resultados apoyan estudios previos realizados por Papousek (1992) donde se encuentra un desplazamiento en el incremento de la energía en el espectro de potencia, desde las frecuencias más bajas a las más altas, al pasar de una emoción positiva a una negativa.

## 1.4 La empatía y el canal vocal

El estado afectivo de otros, en particular el de los cuidadores principales, es de fundamental importancia para el desarrollo del bebé. Éstos buscan activamente información afectiva de otra persona no sólo para complementar su información sobre algún evento, sino incluso para modificar su percepción de sí mismos y de su comportamiento (Tronick, 1989; Bowlby, 1982). Por ejemplo, Campos y colegas (1983), mostraron que bebés de 10 meses evalúan expresiones afectivas de los demás —en particular de sus madres (Trevarthen, 1979, 1998)— y modifican sus propias acciones en base a esa información. Por ejemplo, utilizando una superficie similar a un acantilado (un dispositivo que presenta una aparente bajada cubierta por un vidrio transparente), mostraron que los bebés miran a sus madres cuando llegan a la "bajada". Si sus madres ponen una cara temerosa o enojada, la mayoría de los bebés se detiene y cuando sus madres muestran una cara alegre, la mayoría de los bebés cruzan. De manera interesante, los bebés reaccionan de manera similar a las vocalizaciones maternas que transmiten miedo o alegría.

La mayoría de los estudios de las vocalizaciones se han centrado en las emociones negativas, en parte porque son fácilmente reconocibles a la hora de identificar los distintos contextos que las provocan, por ejemplo, escenarios de urgencia, conflicto, angustia o necesidad (Kamiloğlu, Fischer & Sauter, 2020). Sin embargo no se han tenido en cuenta otros contextos de valencia negativa donde se ponen de manifiesto habilidades sociales complejas como la empatía. Esta habilidad implica la capacidad de comprender y compartir la experiencia emocional del otro distinguiéndose de la de uno mismo, y presenta aspectos afectivos, cognitivos y motivacionales que se reflejan en el comportamiento, incluyendo el canal vocal (de Vignemont y Singer, 2006; Knafo et al., 2008; Zahn-Waxler et al., 2018).

La empatía puede ser estudiada mediante abordajes neurofisiológicos, farmacológicos, psicofisiológicos y a través del autorreporte (Arrieta et al., 2021). En particular, en edades tempranas -alrededor del año de vida- se utilizan abordajes fundamentalmente comportamentales basados en la simulación de dolor de otro (Zahn-Waxler et al., 1992). En los contextos de empatía por dolor, el componente afectivo se caracteriza por una excitación emocional que parece reflejar una preocupación compasiva por el sujeto lastimado. Se manifiesta en expresiones faciales y/o vocales (p. ej., miradas tristes, vocalizaciones que intentan apaciguar la situación en un tono tranquilizador, miradas de preocupación, etc). Por otra parte, el componente cognitivo de la empatía se reconoce por los intentos del bebé de comprender el problema, manifiestan verbalizaciones con tonos interrogantes a

inferencias más complejas. Los indicadores pueden verse en patrones de búsqueda visual, como miradas repetidas al sujeto lastimado y al objeto que lastimó. Por último, el componente prosocial o motivacional de la empatía se caracteriza por presentar un conjunto de esfuerzos conductuales espontáneos para ayudar al otro y para cambiar la situación, en este caso, para aliviar la angustia. Algunas formas de expresión del componente prosocial son: consuelo físico, consuelo verbal, ayuda directa e indirecta, distracción, entre otros. (Zahn-Waxler y Robinson, 1992).

Si bien se ha establecido claramente la importancia de las vocalizaciones como señalizadoras de emociones y conductas empáticas (Davidov et al., 2013; Knafo et al., 2008; Roth-Hanania et al., 2011), no hay estudios que hayan analizado las características acústicas de las vocalizaciones en relación a la empatía.

## **2. Justificación del problema e hipótesis**

Los estudios de vocalizaciones en edades tempranas son controversiales y muy pocos estudios profundizan en qué medida las diferencias en la estructura acústica de las vocalizaciones infantiles codifican diferencias en el estado afectivo (Zeifman y St James-Roberts, 2017). Por otra parte, a pesar de la extensa evidencia sobre la modulación de las vocalizaciones de los niños ante los estados afectivos de su interlocutor, a través de los cambios fisiológicos, cognitivos y comportamentales (Knafo et al., 2008; Light et al., 2009; Moreno et al., 2008; Young et al., 1999; Roth-Hanania et al., 2011), las vocalizaciones de emociones sociales no se han explorado en edades tempranas. En particular, no existen hasta el momento estudios que caractericen las vocalizaciones en contextos de habilidades sociales complejas, como la empatía.

El presente trabajo se propone ahondar en el estudio de la expresión de la empatía en bebés a través de las vocalizaciones emitidas en un modelo de dolor fingido de la madre (Zahn-Waxler y Robinson, 1992). Este modelo fue diseñado especialmente para estudiar la empatía en edades tempranas por lo que permite evaluar las respuestas comportamentales de los niños, en los distintos canales de comunicación, frente a una situación de dolor fingido por parte de la madre. Sin embargo, la mayor parte de la literatura aporta evidencia acerca del desarrollo de la respuesta empática, y los canales por los que se expresa, luego de los 18 meses de edad y no ha sido suficientemente explorado el desarrollo de los distintos componentes de la habilidad en edades más tempranas. Más aún, al momento no se ha evaluado si existe un único perfil característico para las vocalizaciones empáticas o si

por el contrario la empatía se expresa a través del canal vocal con distintos perfiles acústicos.

El estudio de las vocalizaciones durante la expresión de la empatía en edades tempranas, en particular previo a los dos años de vida, podría guiarnos hacia una mayor comprensión de los aspectos afectivos de esta habilidad. Asimismo, identificar parámetros acústicos característicos en las vocalizaciones empáticas permitiría explorar similitudes entre distintos modelos de empatía, y en distintas culturas.

Considerando en la evidencia existente y las interrogantes planteadas en la literatura, este trabajo plantea la siguiente hipótesis:

Las vocalizaciones emitidas por bebés de 11 a 16 meses de edad presentan características acústicas específicas en cada componente de la empatía (afectivo, cognitivo y prosocial).

### **3. Objetivo general y objetivos específicos**

#### **3.1 Objetivo general**

Analizar las características acústicas de las vocalizaciones emitidas por bebés de un año de edad en un modelo de empatía.

#### **3.2 Objetivos específicos**

I) Comparar parámetros acústicos de las vocalizaciones emitidas por bebés de un año de edad durante la simulación de dolor con las de la situación basal.

II) Caracterizar el patrón acústico de las vocalizaciones de preocupación, inquisitivas y prosociales emitidas por bebés durante la fase de simulación de dolor.

III) Analizar la secuencia temporal de los distintos tipos de vocalizaciones emitidas por los niños durante la fase de dolor.

## 4. Métodos y materiales

### 4.1 Participantes

Este trabajo final de carrera se encuentra enmarcado en un proyecto más amplio (Arrieta y Ferreira, 2018), por lo que se trabajó con una población ya reclutada entre 2019 y comienzos del 2020. En este trabajo se incluyeron diez niños (7 niñas) (Meses= 13.5, SE= 0,4) y sus madres (Meses= 33.8, SE=0,6). Dado que el modelo de empatía ha sido poco explorado durante la transición al segundo año de vida, y que pocos estudios sugieren que los componentes de la empatía se encuentran presentes a partir de los 11 meses, en este trabajo nos centramos en niños entre 11 y 16 meses de edad.

Todos los sujetos que participaron en el estudio eran uruguayos y vivían en áreas metropolitanas. Todas las madres eran de nivel socioeconómico medio o medio-alto y tenían un título universitario. La Tabla 2 presenta las características demográficas de la muestra. Las madres interesadas en participar respondieron una encuesta en línea, publicada a través de los canales de comunicación de la Universidad de la República.

**Tabla 2.**

*Características demográficas y socio-económicas de la población estudiada.*

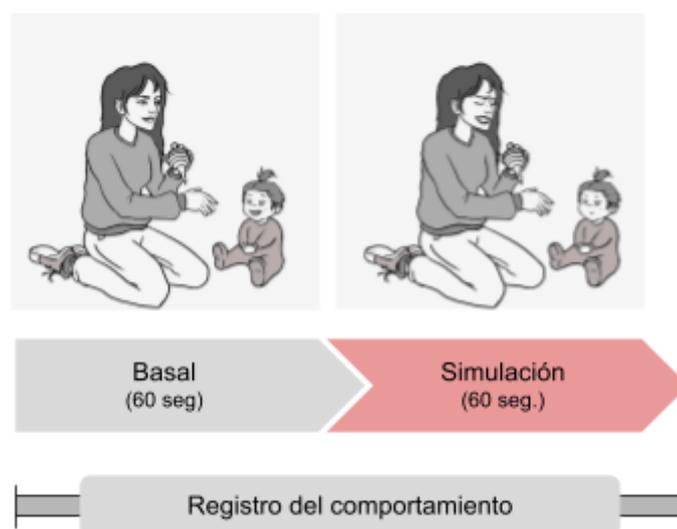
Ítems		<i>n</i>	%
<i>Edad</i>			
Niño (meses)	13.5 (0.4) - (11-16)	10	-
Madres (años)	33.8 (0.6) - (31-37)	10	-
<i>Nivel educativo de la madre</i>			
	Terciaria completa	10	100
<i>Estado civil</i>			
	Casada o en unión libre	10	100
<i>Número de hijos</i>			
	1	6	60
	2	3	30
	3	1	10
<i>Percepción de apoyo</i>			
	Suficiente	3	30
	Alto	3	30
	Muy alto	4	40
<i>Ingresos familiares (mensual)</i>			
	30.000 - 50.000	4	40
	≥70.000	6	60

Edades expresadas en medias (error estándar).

En este trabajo se excluyeron madres y niños bajo tratamiento con psicofármacos o diagnosticados con una afección neurológica o física (por ejemplo, autismo, deficiencias auditivas, cardiopatías, etc.). En el caso de los niños, también se excluyeron aquellos que tuvieron observaciones médicas negativas en sus tres últimos controles pediátricos. Dado el foco de este trabajo, también se excluyeron las madres adoptivas, mellizos y gemelos.

#### 4.2 Modelo experimental de empatía (modificado de Zahn-Waxler y Robinson, 1992).

Este paradigma experimental ha sido diseñado y ampliamente usado para evaluar respuestas de empatía en niños frente a una situación de dolor fingido de la madre (Knafo et al., 2008; Light et al., 2009; Moreno et al., 2008; Young et al., 1999) y adaptado para edades tempranas (menores a 14 meses de edad) por Roth-Hanania, Davidov y Zahn-Waxler (2011). El modelo consiste de dos fases, ver Figura 2: (i) Basal: la madre e hijo juegan con un juguete durante 60 seg.; (ii) Dolor: tras la señal del investigador, la madre finge pincharse con el trompo y simula experimentar angustia y dolor durante 30 seg, luego en los restantes 30 seg hace notar al bebé que se recupera, finalmente la madre comienza a reponerse paulatinamente del dolor simulado. Se instruye a las madres previamente con un video cómo simular el dolor y evitar el contacto visual con el hijo durante las dos últimas fases del modelo.



**Figura 2.** Representación del modelo de simulación de dolor por parte de la madre. Basal:

La madre juega frente al niño de manera habitual y presenta el objeto (trompo) durante 60 segundos. Simulación: La madre simula que experimenta dolor (se pincha el dedo, durante 30 seg.) y luego reduce paulatinamente la intensidad de la simulación, hasta declarar que ya no le duele (durante 30 seg.).

### **4.3 Procedimiento**

Las madres que respondieron positivamente a la encuesta de participación fueron contactadas para evacuar dudas y explicarles el procedimiento. Posteriormente, las madres fueron contactadas para coordinar una visita al hogar por parte de dos investigadoras. En el encuentro se explicó nuevamente el procedimiento y la prueba experimental. Las evaluaciones fueron realizadas en los hogares de los niños, priorizando una mayor validez ecológica, en un horario acordado con las madres. Para estandarizar la actuación de las madres, durante la prueba de empatía, se les envió previamente un vídeo de una actriz simulando dolor y recuperación elaborado especialmente para este estudio.

En el lugar se instaló la cámara para el registro (Panasonic Lumix G7, HD 1920x1080; 29.97 cuadros por segundo) del modelo de empatía en el espacio de juego habitual de cada participante. El encuentro fue filmado para su posterior análisis y extracción del audio. Las investigadoras mantuvieron entre 1.5 y 2 metros de distancia del espacio de juego y no intervinieron durante el transcurso de la prueba. Se controló el tiempo de interacción de juego madre-hijo (3 min) y la duración de las fases del modelo de empatía utilizando cronómetros. El momento de inicio y finalización de cada prueba y sus fases fueron indicadas con un golpe breve (1 s de duración). Dos investigadores entrenados, ciegos en cuanto a la conformación de los grupos, realizaron la codificación del modelo.

Se registraron un total de 26 madres y bebés, no fueron consideradas para este trabajo las pruebas que se superpusieron con la voz de la madre u otros ruidos (p. ej.: sonajero, ruido de ambiente). Se trabajó con un total de 10 grabaciones de vocalizaciones de los niños, durante el modelo de empatía por dolor fingido de la madre (duración 60 seg.) y las vocalizaciones en la fase basal del modelo (duración 60 seg).

### **4.4 Clasificación de las vocalizaciones**

La clasificación de las vocalizaciones empáticas se realizó analizando las grabaciones del encuentro (audio y video), a través del programa Jwatcher (Blumstein, 2009), de acuerdo al esquema de codificación desarrollado por Zahn-Waxler y colegas (1992b), utilizado en

varios estudios previos (Arrieta et al., 2021; Paz et al., 2021; Roth-Hanania, Davidov y Zahn-Waxler, 2011) para este modelo de empatía. En este esquema de codificación se clasifica el comportamiento del bebé de forma global, observando sus movimientos, miradas y los sonidos que emite. Las categorías definidas son: vocalización de preocupación, prosociales e inquisitivas. Las de preocupación se definen por los movimientos y una postura corporal de alerta del bebé hacia su madre, emite vocalizaciones más tristes, su cara manifiesta clara inquietud por la situación. Las inquisitivas son aquellas que el bebé emite cuando se encuentra curioso, interrogativo y explorativo ante la escena. La mirada de búsqueda y de intentar comprender son claves para distinguir este tipo de vocalización. Se distinguen por el tono de pregunta. Por último, las vocalizaciones prosociales son las más difíciles de categorizar ya que son las más diversas. Este tipo de vocalizaciones se identifican al estar acompañadas de comportamientos que reflejan la intención de calmar el estrés que genera la situación o aliviar el dolor de la madre.

Todas las vocalizaciones son fuertemente contextuales, por lo que para establecer la fiabilidad de la codificación, las grabaciones fueron categorizadas por un segundo codificador. La concordancia entre codificadores, medida mediante el kappa de Cohen, tuvo una media de 0.82 para la empatía y nunca fue inferior a 0.5, lo que puede considerarse una concordancia sustancial (McHugh, 2012).

Una vez clasificadas las vocalizaciones se extrajo el audio de la grabación para el análisis de las vocalizaciones individuales y la determinación de las medidas acústicas de las mismas. Para ello se utilizó el programa Sound Analysis Pro 2011 (SAP2011, Tchernichovski et al., 2000), utilizado especialmente para aves, recientemente utilizado para el estudio de las vocalizaciones de infantes (Lipkind et al., 2013; Gratier et al., 2015).

En base a la literatura previa y las definiciones dadas por el programa Sound Analysis Pro 2011 (Tchernichovski et al., 2000; Goudbeek y Scherer, 2010), las variables acústicas analizadas en este estudio fueron:

**Duración:** tiempo total de la vocalización medida en milisegundos (ms).

**Amplitud:** definida como la amplitud de la forma de onda de sonido, es la desviación absoluta del cero, que puede estimarse mediante el cuadrado medio de la raíz (RMS) de la señal, se mide en la unidad de Decibeles (dB).

**Tono (Pitch):** se usa para describir el tono percibido de los sonidos (alto, bajo, agudo, grave, etc). Cuantitativamente, las estimaciones de tono son medidas del período de oscilación o su inverso que es la frecuencia. Es la única característica que requiere ajustes cuidadosos dependiendo de la especie y la estructura acústica. Cuando la estructura espectral es simple, como en un silbato, el tono se puede estimar fácilmente como el único pico en el espectro de frecuencia. La ubicación de este pico se puede evaluar mediante una de las dos características: Frecuencia máxima: la potencia del pico de frecuencia más alta, o la frecuencia media: el centro de gravedad del espectro de frecuencia, medida en Hertz (Hz).

**Frecuencia media:** es una medida de tono que evalúa el centro de la distribución de las potencias de las distintas frecuencias. La frecuencia media proporciona una estimación suave de la concentración de la potencia espectral. Esta estimación es a menudo (pero no siempre) mayor a la frecuencia máxima, que podría "saltar" de un armónico al siguiente. La frecuencia media es una estimación de la tendencia central de la derivada de la distribución de potencia. Se calcula sumando las derivadas parciales de las potencias.

**Pico de frecuencia o frecuencia máxima:** es la frecuencia de máxima potencia. Para los sonidos vocales, compuestos por un tono puro (onda sinusoidal) superpuestos sobre algún ruido ambiental, es a menudo la mejor estimación del tono. Para otros sonidos de banda ancha y múltiples armónicos, la frecuencia media y la frecuencia fundamental a menudo funcionan mejor.

**Modulación de amplitud (MA):** es la derivada temporal de la potencia para todas las frecuencias dentro de un rango. Las unidades de MA son  $1/t$ , SAP2011 no utiliza unidades en MA y las unidades de tiempo están definidas por el parámetro "ventana de avance". Captura cambios en la envolvente de amplitud de los sonidos. Expresa el cambio de amplitud a lo largo del tiempo, los valores altos representan cambios altos en la amplitud. Es positivo al principio y negativo al final de cada sonido, siendo la unidad de sonido una sílaba o un cambio de estado vocal dentro de una sílaba.

#### **4.5 Análisis estadísticos**

Los datos se presentan como medianas y rangos semi-intercuartiles (RISQ) para los parámetros descritos. La comparación de estos parámetros de las vocalizaciones de los niños, entre fases (basal vs. dolor fingido) se realizó mediante una prueba no paramétrica, test de rangos de Wilcoxon, dado que no siguieron una distribución normal. Los datos

fueron exportados a Excel para su posterior manipulación en R Studio. Debe considerarse que no todos los niños vocalizan en ambas fases ni realizaron los tres tipos de vocalizaciones dentro de la fase de dolor, por esta razón este trabajo se centra fundamentalmente en la descripción cualitativa de las vocalizaciones.

#### **4.6 Aspectos éticos**

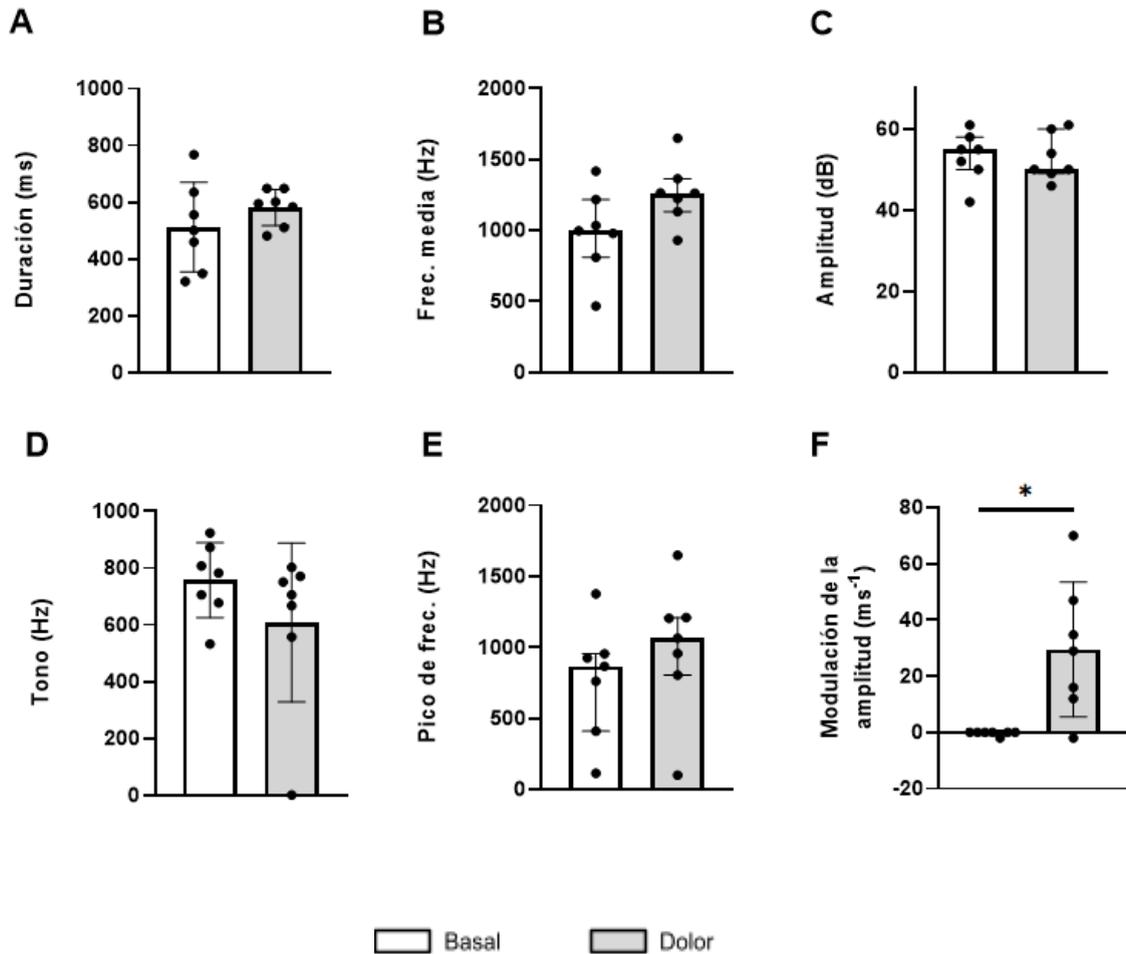
Este trabajo final de Grado se enmarca dentro del protocolo aprobado por la Comisión de Ética en Investigación en seres humanos de la Facultad de Psicología Exp.191175-000728-18. Resolución de fecha 2/10/2019. Todas las madres firmaron un consentimiento físico al inicio de la visita del investigador al hogar.

### **5. Resultados**

#### **5.1. Comparación entre fase basal y fase de dolor**

Para este análisis se utilizó la información de 7 bebés (06, 07, 08, 10, 11, 16, 23) que realizaron vocalizaciones en la fase basal y la fase de dolor.

Las vocalizaciones emitidas frente a la simulación del dolor materno (vocalizaciones empáticas) presentaron una mediana mayor para el parámetro Modulación de la Amplitud (MA) en comparación con la de las vocalizaciones emitidas en la fase basal ( $W = 33$ ;  $p = 0.036$ ; prueba de rangos con signo de Wilcoxon). En el presente estudio no se encontraron diferencias significativas para el resto de los parámetros entre la fase basal y la fase de dolor, ver Figura 3.



**Figura 3.** Medianas y rangos semi intercuartiles de los parámetros acústicos analizados en la fase basal y de simulación de dolor en el modelo de empatía. A: Duración,  $p > 0.05$ ; B: Frecuencia media,  $p > 0.05$ ; C: Amplitud,  $p > 0.05$ ; D: Tono,  $p > 0.05$ ; E: Pico de frecuencia,  $p > 0.05$ ; F: Modulación de la amplitud (MA) en la fase basal (blanco) y de simulación de dolor (gris) en el modelo de empatía. MA,  $*p = 0.036$ ,  $W = 33$ ,  $N = 7$ . Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

## 5.2 Caracterización de las vocalizaciones en el modelo de empatía

El análisis de las vocalizaciones caracterizadas como de preocupación, inquisitivas y prosociales, emitidas por 10 bebés (nº 5, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 23, 25, 26) permite identificar cambios, no detectados estadísticamente, en algunos parámetros acústicos durante la fase de dolor respecto al basal. Las vocalizaciones de preocupación (casos Nº 8, 16, 23) se

asemejaron a un grito y presentan una frecuencia media (basal: 998-468; dolor: 1124-1945 Hz) y pico de frecuencia (basal: 955-410 Hz dolor: 1649-1010 Hz) mayor. Por otra parte, las inquisitivas (casos N° 11 y 25) se caracterizaron por presentar un tono interrogativo, y presentaron una disminución de la frecuencia media (basal: 1217-1059 Hz; dolor: 759-503 Hz) y pico de frecuencia (basal: 1140-1003 Hz; dolor: 678-401 Hz) respecto a su basal. Las vocalizaciones prosociales (casos N° 6, 7, 10, 11, 23) estuvieron acompañadas de intentos de palabras como “mama”, “esta”, “este”, “ta”, “aca” y aumentaron su modulación de la amplitud en comparación con el basal (basal:(-2,17) -0.05; dolor:(-1) - 130). (Ver Tablas 3. a, b y c).

La comparación cualitativa de cada tipo de vocalización sugiere un perfil acústico diferencial dentro de la fase de simulación de dolor. Así, las vocalizaciones de preocupación variaron menos en su duración respecto a las inquisitivas y a las prosociales, y particularmente, presentaron una frecuencia media mayor que el resto (preoc. mediana: 1584 Hz (881); inq. mediana: 631 Hz (388); pros.: mediana: 1226 Hz (502)). Por otra parte, las inquisitivas presentaron menor valor de frecuencia media y pico de frecuencia (preoc. mediana: 1292 Hz (956); inq. mediana: 540 Hz (353), pros.: mediana: 1103 Hz (379), en relación a los otros dos tipos de vocalizaciones. Por último, las prosociales presentaron mayor valor de modulación de la amplitud con respecto a las de preocupación e inquisitivas (preoc. mediana: 10,5 (26,5); inq. mediana: 15,4 (25); pros.: mediana: 34,75 (91))

## Vocalizaciones de Preocupación

**Tabla 3a.** Descripción de vocalizaciones durante la fase basal y la fase de dolor del modelo de empatía (componente afectivo).

### Nº 08

tipo	Duración (ms)	Amplitud (db)	Pitch (Hz)	Frec. media (Hz)	Pico de frec. (Hz)	MA
basal (N=1)	321	52	706	998	955	-0,007
dolor (N=1)	595	61	558	1945	1649	-2

### Nº16

basal (N=6)	556	55	808	979	868	-0,001
dolor (N=1)	584	49	668	1224	1010	12

### Nº23

basal (N=1)	768	42	533	468	410	0,003
dolor (N=2)	529	39	623	1589	1292	10,5
<b>Mediana basal</b>	<b>556</b>	<b>52</b>	<b>706</b>	<b>979</b>	<b>868</b>	<b>-0,0008</b>
<b>Mediana dolor</b>	<b>584</b>	<b>50</b>	<b>623</b>	<b>1584</b>	<b>1292</b>	<b>10,5</b>

(N = Número de vocalizaciones por niño)

### Vocalizaciones Inquisitivas

**Tabla 3b.** Descripción de vocalizaciones durante la fase basal y la fase de dolor (componente cognitivo).

#### Nº 11

tipo	Duración (ms)	Amplitud (dB)	Pitch (Hz)	Frec. media (Hz)	Pico de frec. (Hz)	MA
basal (N=5)	635	61	924	1217	1140	0,0014
dolor (N=3)	600	57	663	759	678	15,8

#### Nº 25

basal (N=1)	495	52	727	1056	1003	0,0004
dolor (N=1)	251	37	616	503	401	15
<b>Mediana basal</b>	<b>565</b>	<b>57</b>	<b>825</b>	<b>1137</b>	<b>1072</b>	<b>0,0009</b>
<b>Mediana dolor</b>	<b>425</b>	<b>48</b>	<b>636</b>	<b>631</b>	<b>540</b>	<b>15,4</b>

(N = Número de vocalizaciones por niño)

## Vocalizaciones Prosociales

**Tabla 3c.** Descripción de vocalizaciones durante la fase basal y la fase de dolor (componente motivacional).

### Nº 05

tipo	Duración (ms)	Amplitud (dB)	Pitch (Hz)	Frec. media (Hz)	Pico de freq. (Hz)	MA
basal	no emitió	-	-	-	-	-
dolor (N=1)	605	54	615	1583	1216	-1

### Nº 06

basal (N=3)	501	58	873	1417	1377	-2,17
dolor (N=2)	482	51	803	1364	1211	34,75

### Nº 07

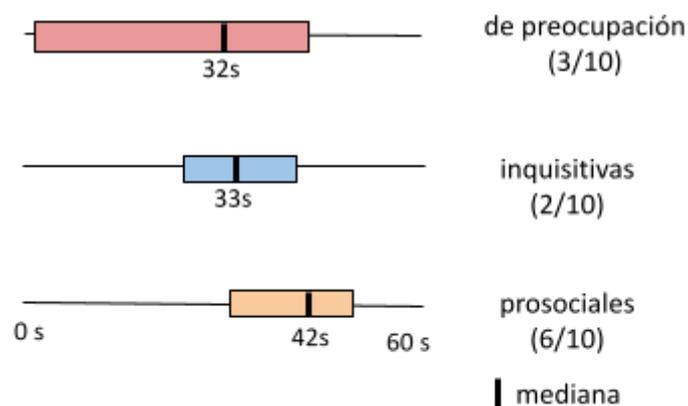
basal (N=2)	349	50	678	811	763	0,05
dolor (N=2)	601	50	771	1132	958	47

<b>Nº 10</b>	<b>Duración (ms)</b>	<b>Amplitud (dB)</b>	<b>Pitch (Hz)</b>	<b>Frec. media (Hz)</b>	<b>Pico de freq. (Hz)</b>	<b>MA</b>
basal (N=3)	460	55	783	1034	925	0,0011
dolor (N=3)	512	60	1038	1264	1205	29,3
<b>Nº 11</b>						
basal (N=5)	635	61	924	1217	1140	0,0014
dolor (N=2)	722	51	779	1188	996	24,5
<b>Nº23</b>						
basal (N=1)	768	42	533	468	410	0,003
dolor (N=7)	769	52	880	937	840	130
<b>Mediana basal</b>	<b>501</b>	<b>56</b>	<b>783</b>	<b>1034</b>	<b>925</b>	<b>0,004</b>
<b>Mediana dolor</b>	<b>601</b>	<b>51,5</b>	<b>803</b>	<b>1226</b>	<b>1103</b>	<b>34</b>

(N= Número de vocalizaciones por niño).

### 5.3. Análisis de la estructura secuencial de vocalizaciones empáticas

En el total de los casos estudiados (nº 5, 6, 7, 8, 10, 11, 16, 23, 25, 26), los resultados sugieren un orden escalonado en la emisión de vocalizaciones del componente motivacional en la fase de dolor (ver Fig. 4). Las primeras vocalizaciones en ser emitidas son de preocupación (Rango: 0,7 - 46 seg; mediana: 32 seg.) e inquisitividad (Rango: 26 - 39 seg; mediana: 33 seg.) que anteceden a las prosociales (Rango: 32 - 49 seg.; mediana: 42 seg.).



**Figura 4.** Aparición de las vocalizaciones en la fase de dolor.

Se esquematiza el minuto experimental (0 a 60 seg.) y se esquematizan a escala los rangos de aparición y sus medianas y proporción de casos para los tres tipos de vocalizaciones en la fase de dolor.

## 6. Discusión

En el presente trabajo analizamos, las vocalizaciones de bebés de 11 a 16 meses de edad, en el marco de un modelo de empatía ante el dolor fingido de la madre. La comparación de las vocalizaciones entre la fase de dolor (simulación por parte de la madre) y la fase basal (juego natural con la madre), muestra que las emitidas durante la fase de dolor (vocalizaciones empáticas) presentaron un aumento en la modulación de la amplitud (MA) en relación a la fase basal del modelo, probablemente como consecuencia de los cambios afectivos que experimenta el niño.

El análisis acústico de las vocalizaciones de preocupación, inquisitivas y prosociales (Zahn-Waxler, Radkerrow y Wagner; 1992), sugiere la existencia de un posible perfil acústico diferencial para las vocalizaciones realizadas durante la simulación de dolor fingido. En este sentido, las vocalizaciones de preocupación presentaron mayor frecuencia media y pico de frecuencia; por el contrario, las de inquisitividad mostraron el patrón inverso. En relación a las prosociales, encontramos que presentaron mayores valores de la MA en relación a los otros tipos de vocalizaciones.

En cuanto a la expresión temporal de las vocalizaciones, encontramos que los niños primero emiten vocalizaciones de preocupación (componente afectivo) o vocalizaciones inquisitivas (componente cognitivo) y finalmente vocalizaciones prosociales (elemento motivacional). Este resultado sugiere la existencia de una aparición escalonada de las vocalizaciones durante la fase de dolor.

### **6.1 Diferencias entre vocalizaciones de la fase basal y la fase de dolor**

La modulación de la amplitud (MA) se incrementó durante la simulación de dolor (ver Fig. 3). Si bien este parámetro informa sobre distintos aspectos del sonido a lo largo del tiempo, es susceptible a los cambios en los estados afectivos del emisor, en particular fluctuaciones lentas en la amplitud caracterizan el tono afectivo de las vocalizaciones (Zimmermann 2012; Briefer, 2012).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, los resultados aquí encontrados para MA podrían señalar el incremento de la carga afectiva durante la fase de dolor. Dado que la empatía es una habilidad social compleja, que conjuga distintos estados afectivos en el sujeto que empatiza, no es posible especificar qué emociones se relacionan con este incremento en el parámetro. Sin embargo, dado que las emociones implicadas en la fase de dolor del modelo presentan fundamentalmente una valencia negativa, como preocupación, miedo y ansiedad (Zhan Waxler et al., 1992), es posible plantear que el incremento en MA da cuenta del pasaje de un estado emocional a otro, desde una situación de juego con la madre (valencia positiva) a una situación donde la madre se desengancha del juego y simula experimentar un estado afectivo negativo, lo que provoca malestar en los niños (valencia negativa).

Esta interpretación concuerda con la literatura más amplia de la comunicación entre cuidador-hijo. Las señales auditivas de los bebés son cruciales para la comunicación distal y señalan la necesidad de un comportamiento de cuidado en humanos y no humanos (Lonstein et al., 2015, Hiraoka y Nomura, 2016). Por ejemplo, el llanto, comunica necesidades o incomodidad de los bebés a los cuidadores (Hoffman 1975; Zeifman y St

James-Roberts, 2017). En este sentido, los niños podrían expresar estados afectivos específicos asociados a la preocupación que experimentan ante la simulación de dolor, a través del canal vocal. Además, es consistente en la literatura que muestra que las señales vocales de los bebés motivan a los cuidadores a brindar atención y aliviar el malestar de los niños (Ainsworth et al., 1974; Brothers, 1989; MacLean, 1985; Stolt et al., 2014). Estos comportamientos de los cuidadores se acompañan de vocalizaciones en tono interrogativo y de compasión (por ejemplo: “¿qué sucedió?”, “pobre pequeño”, “ya pasó, ya está”, etc) (Trevvarthen, 2001; Van Egeren, 2001). Dado que los cuidadores principales son la principal fuente de información del entorno, los bebés también expresan su motivación por aliviar el estado del otro a través del canal vocal.

En este trabajo no encontramos diferencias estadísticas en la duración, amplitud, frecuencia media y pico de frecuencia de las vocalizaciones empáticas en relación a las basales (ver Fig. 3). Este resultado contrasta con otros, por ejemplo Scheiner y colaboradores 2002, que muestran que el cambio de vocalizaciones positivas a negativas está acompañado por un aumento en la duración, en el rango de frecuencia y el pico de frecuencia. Esta diferencia puede estar asociada al tamaño reducido de la muestra. Sin embargo, la ausencia de diferencias estadísticas en estos parámetros acústicos entre ambas fases podría deberse a que la empatía —y por lo tanto las vocalizaciones vinculadas a ella— reflejan estados afectivos de los bebés sumamente diversos y complejos, a pesar de estar en un contexto de valencia negativa. Esto podría enmascarar el efecto de las emociones más salientes en los parámetros analizados durante el modelo aplicado. En efecto, la empatía es una habilidad social compleja que conjuga distintos estados afectivos en el sujeto que empatiza, por ejemplo dentro del componente cognitivo los intentos de comprender la situación se asocian al sistema de búsqueda que involucra la motivación o afán por realizar una acción y por tanto no implican una valencia negativa (Ikemoto y Panksepp, 1999; Robinson y Berridge, 1993).

## **6.2 Comparación entre vocalizaciones durante la fase de dolor**

Las vocalizaciones categorizadas de acuerdo a Zahn-Waxler, Radkerrow y Wagner (1992), se corresponden, cada una de ellas, con un componente de la empatía. Los resultados presentes muestran que es posible identificar y caracterizar acústicamente las vocalizaciones de preocupación (componente afectivo), inquisitivas (componente cognitivo) y prosociales (componente motivacional) y sugieren un perfil acústico diferencial en la fase de dolor.

Así, las vocalizaciones de preocupación presentaron una mayor frecuencia media y pico de frecuencia, principalmente con respecto a las inquisitivas (Ver tabla 3a; 3b) que podría asociarse a un perfil acústico de angustia o temor, relacionado a un aumento de excitación, mientras que las inquisitivas podrían asociarse a una baja excitación. Esta interpretación guarda sentido en el entendido de que las vocalizaciones incluidas en el componente cognitivo podrían presentar una menor carga afectiva, comparándolo con las otras dos. En relación a las vocalizaciones prosociales, no se logró evidenciar un perfil acústico específico asociado a la frecuencia media o pico de frecuencia, lo cual puede deberse a que los estados afectivos implicados en el componente motivacional son menos evidentes y más variables. Sin embargo, presentan mayores valores para MA indicando un aumento en la intensidad de las vocalizaciones.

El rol de la excitación en la determinación de los parámetros vocales en la expresión de la emoción está bien establecido en comparación con la valencia (Scherer y Moors, 2017). El aumento en la excitación produce vocalizaciones generalmente más variables, con frecuencias más altas, y velocidades más rápidas (Scherer, 1986; Murray y Arnott, 1993; Bachorowski y Owren, 1995; Banse y Scherer, 1996; Zei Pollermann y Archinard, 2002; Juslin y Scherer, 2005; Li et al., 2007). Los resultados de este trabajo son coherentes en este sentido, por un lado las vocalizaciones de preocupación muestran una excitación alta y el patrón inverso ocurre para las inquisitivas. Si bien el modelo de empatía aquí utilizado no genera un malestar intenso en los niños (por ejemplo: llanto o gritos), que las vocalizaciones de preocupación muestren parámetros semejantes a gritos podría reflejar un gran malestar ante el estímulo y en consecuencia un tono afectivo negativo. Este componente de la empatía podría estar asociado con emociones tales como el miedo, angustia, preocupación, ansiedad (Liddle, 2015). Diversos estudios asocian estas emociones con altos niveles de excitación e intensidad, aumento de F0 y amplitud de frecuencias (Banse y Scherer, 1996; Laukka, 2017; Scherer y Moors, 2017). Además, estas emociones se relacionan estrechamente puesto que, una de ellas puede promover la expresión de otra, esta asociación tendría un correlato en el aumento de parámetros acústicos. Por ejemplo, Johnson y colaboradores (1986) señalan que la angustia es un estado prolongado de miedo que resulta en un aumento en la frecuencia media (Johnstone y Scherer, 2000; Scherer, 2003). De manera interesante, se ha destacado que los jueces que clasifican sonidos suelen confundirse dentro de la misma categoría de emoción (misma valencia y excitación), por ejemplo ira con enojo, es decir dentro de un perfil acústico muy similar (Banse y Scherer, 1996).

Por otra parte, las vocalizaciones inquisitivas se distinguieron en el marco de la codificación por su tono interrogativo y se caracterizan por una frecuencia media y pico de frecuencia baja (ver Tabla 3b). Este resultado podría indicar que la intensidad emocional y carga afectiva de las vocalizaciones comprendidas en el componente cognitivo es menor en relación a las vocalizaciones que integran el componente afectivo y motivacional de la empatía. En línea con esto, las vocalizaciones inquisitivas se podrían asociar a estados de curiosidad y búsqueda. Aunque estos estados afectivos promueven comportamientos de exploración, no implican la experiencia de placer ni se caracterizan por emociones negativas por lo que la intensidad o carga afectiva no resulta tan evidente (Panksepp y Moskal, 2008; Johnstone 2001).

Por último, las vocalizaciones prosociales suelen incluir palabras cortas (o “mamá”, “esta”, “este”, “ta”, “aca”) relacionadas con el desarrollo del lenguaje en los bebés. La modulación de la amplitud es el parámetro que se destaca, lo cual sugiere que podrían ser particularmente intensas. Este resultado parecería contrastar con lo esperado, ya que las vocalizaciones de preocupación reflejarían el componente afectivo de la empatía y se esperaría que estas fueran las de mayor intensidad. Sin embargo, las vocalizaciones de preocupación presentaron mayores valores de frecuencia media que informan de manera más directa sobre el nivel de excitación e intensidad del componente (Juslin, 2001; Goudbeek y Scherer, 2010; Briefer, 2012). Por otra parte, debe considerarse que la clasificación inicial de vocalizaciones prosociales, depende fuertemente del contexto, en particular de las acciones motoras que realiza el niño durante la fase de dolor. Por ejemplo, los bebés ofrecían un juguete a la madre o se dirigían a abrazarla mientras vocalizaban. Además, no se evidencia un estado afectivo particular al momento de consolar, si bien el niño experimenta alivio también puede presentar malestar o ansiedad aún realizando acciones motoras de consuelo. Estos aspectos podrían explicar las similitudes con las vocalizaciones de preocupación encontradas en este trabajo.

En la literatura aún no existe un acuerdo en relación a las variables acústicas específicas que codifican diferentes emociones (Murray y Arnolt, 1993; Pittam y Scherer, 1993, Briefer, 2012; Laukka, 2017; Scherer y Moors, 2017), en particular no está claro aún si existe uno o una combinación de parámetros acústicos que codifican la valencia y la calidad de los estados afectivos y cuál codifica la excitación inespecífica (Scheiner, 2002), ver Tabla 1. Sin embargo, los resultados de este trabajo sugieren que la clasificación de las vocalizaciones de acuerdo a los componentes de la empatía se corresponden con la modificación de algunos parámetros acústicos de forma diferencial.

En su conjunto, a pesar de las limitaciones del tamaño de la muestra, los resultados sugieren la existencia de diferencias acústicas en las vocalizaciones emitidas por los bebés en un modelo de empatía. En particular, durante la fase de dolor fingido por la madre, los bebés muestran patrones vocales diferentes asociados al estado afectivo subyacente.

### **6.3 Secuencia temporal de las vocalizaciones empáticas**

El análisis de la latencia de aparición de las distintas vocalizaciones empáticas sugiere que existe una dinámica o secuencia temporal (ver Figura 4). Las vocalizaciones de preocupación presentaron la menor latencia, similar a las inquisitivas, mientras que las prosociales presentaron la mayor latencia. Diversos autores proponen que los niños requieren un tiempo para evaluar primero emocional y cognitivamente los estímulos (p. ej.: las expresiones de dolor del cuidador, y el objeto que causó dolor) y luego desencadenar los comportamientos motivados (Decety et al., 2016; Hamlin et al., 2007; Vaish, 2016). De este modo, al enfrentarse a una situación de dolor en otro sujeto -en particular su cuidador principal- el bebé primero experimenta un contagio emocional vinculado a un cambio en el SNA, luego o en simultáneo hay un procesamiento del entorno, es decir, una evaluación e intento de comprender la situación y por último se manifiesta el plan de acción comportamental, vinculado a comportamientos prosociales (Decety y Jackson, 2004; Decety e Ickes, 2009). Estas distintas etapas, reflejadas en los componentes de la empatía, han sido descritas comportamentalmente en la literatura (Davidov et al., 2021; Roth-Hanania, Davidov, y Zahn-Waxler, 2011; Zahn-Waxler et al., 2018), pero no se ha explorado la secuencia temporal de aparición de estos componentes. En este sentido, este trabajo es el primero en explorar la secuencia temporal de aparición de los componentes de la empatía en el canal vocal. Los resultados aquí encontrados van en línea con un estudio reciente (Arrieta et al., 2021) que encontraron en el mismo modelo de empatía empleado en este trabajo, que los niños invierten más tiempo en comportamientos implicados en el componente afectivo y cognitivo durante los primeros 30 seg del modelo, y ese patrón se modifica hacia el final de la simulación, cuando se incrementa el tiempo invertido en comportamientos implicados en el comportamiento prosocial.

## **7. Limitaciones**

Los presentes resultados deben tomarse con precaución debido al tamaño reducido de la muestra utilizada en este estudio. El registro de datos se vio interrumpido debido a la situación de emergencia sanitaria que atravesó el país durante 2020 y gran parte del 2021, esta observación es relevante ya que limitó sustancialmente la obtención de datos. Resulta clave incrementar el número de registros para replicar los análisis realizados e implementar análisis estadísticos que permitan confirmar las tendencias observadas. Por otra parte, aunque la población es homogénea en cuanto al nivel socioeconómico y educacional de las madres y las características de los niños (sin patologías o problemas del desarrollo), otros factores deben ser considerados ya que pueden influenciar el análisis de vocalizaciones realizado, por ejemplo el sexo del niño, su edad, temperamento, etc. A pesar de estas limitaciones, las observaciones reportadas en este trabajo sugieren por primera vez, la existencia de un perfil acústico diferente de las vocalizaciones en un modelo de empatía; y abre nuevas interrogantes a atender por futuras investigaciones.

## **8. Conclusiones**

Este trabajo evidencia, por primera vez, la influencia de cambios afectivos de los bebés, en el canal vocal, ante una simulación de dolor fingido de la madre. El incremento en la modulación de la amplitud subraya el pasaje de un estado afectivo de valencia positiva, durante el juego con la madre, hacia un estado afectivo de valencia negativa en el modelo de empatía. Por otra parte, los resultados preliminares de este trabajo sugieren la existencia de un perfil acústico diferencial para las vocalizaciones que los bebés emiten durante el modelo; y no un único patrón que caracteriza la expresión de la empatía en el canal vocal. En este sentido, se describen perfiles acústicos diferenciales para las vocalizaciones empáticas que integran los distintos componentes de la empatía: afectivo, inquisitivo y prosocial. Además, este trabajo sugiere que la emisión de las vocalizaciones empáticas se desarrolla de manera escalonada para el componente motivacional, durante el modelo de empatía.

En su conjunto, los resultados apoyan la hipótesis planteada en este trabajo y enfatizan el papel del canal vocal como posible forma para identificar la expresión de la empatía, en particular los estados afectivos que experimenta el bebé ante la experiencia empática; y profundizar en la dinámica temporal de los distintos componentes que la integran.

## 9. Perspectivas a futuro

A pesar de su importancia, el uso y el procesamiento de vocalizaciones no verbales para comunicar emociones, particularmente durante el desarrollo temprano, siguen siendo poco estudiados (Dunbar et al., 2012; Geangu, 2015; Pell et al., 2015). La infancia es un período caracterizado por su alto grado de plasticidad. A lo largo de este periodo de vida el entorno y la experiencia a las que se ven expuestos los niños adquiere una relevancia fundamental para su posterior integración al mundo social (Johnson, 2011; Karmiloff-Smith, 1998; Crespo-Llado et al., 2018). El desarrollo del lenguaje constituye un canal de comunicación esencial para esta integración (Ebrahimpour, 2020). En este sentido, profundizar en la investigación de la expresión de las emociones a través del canal vocal podría aportar información valiosa para detectar tempranamente dificultades en el comportamiento social.

La empatía es una habilidad social dinámica que involucra múltiples procesos afectivos, cognitivos y prosociales, lo cual complejiza su estudio, particularmente en la infancia. Se destaca la necesidad de realizar un mayor número de registros acústicos para confirmar las descripciones presentadas en este trabajo descriptivo. En particular, sería deseable profundizar en la caracterización de los tres tipos de vocalizaciones empáticas para poder distinguir distintos estados afectivos que atraviesa el bebé en el modelo de empatía. También podrían aparecer relaciones significativas en otros parámetros acústicos ya descritos para otras emociones y habilidades. Por otra parte, dado que durante los primeros años de vida la maduración de procesos cognitivos y habilidad motora implica cambios profundos en ventanas de tiempo cortas, sería interesante poder estudiar diferencias en la expresión vocal de la empatía entre grupos de edades más tempranas y más tardías. Por ejemplo, separar en dos grupos etarios: de 11 a 12 meses y de 14 a 16 meses (Roth-Hanania et al., 2011; Paz et al., 2021). Otro factor a considerar en futuras investigaciones es el sexo de los niños. La literatura apunta a que las niñas presentan una mayor reactividad emocional por lo que podría esperarse un mayor uso del canal vocal en el modelo de empatía (Knafo et al., 2008; Bourvis et al., 2018).

Los estados afectivos de la madre también podrían influir en la expresión de la empatía. Estudios posteriores podrían ahondar sobre cómo las vocalizaciones empáticas se asocian con aspectos afectivos de la madre, por ejemplo el nivel de apego de la madre o los niveles de ansiedad o sintomatología depresiva de las madres. En este sentido, Paolantonio, Manoiloff y Faas (2020), describen cómo repercute la depresión post parto (DPP) de madres y bebés en las vocalizaciones prelingüísticas de dos grupos de niños, uno de 2

meses y otro de 10 meses de edad. A nivel de prosodia, reportan valores disminuidos en la F0 en las vocalizaciones de madres con DPP y bebés comparados con madres sin DPP, esto ha sido detectado en previas investigaciones como las de Alpert (1982) y Scherer (1986, 2003). Además, afirman que los bebés de madres con DPP reproducen conductas vocales negativas durante la interacción con sus madres. En cuanto a la producción vocal, estos autores hallan una tendencia a generar menos vocalizaciones y de más corta duración en díadas donde la madre presentaba DPP. En base a estos antecedentes, las vocalizaciones empáticas podrían estar asociadas a mayores niveles de sintomatología depresiva en la madre.

Finalmente, debiera considerarse que las vocalizaciones infantiles son un buen registro conductual que podría facilitar la detección más temprana de TEA (trastorno del espectro autista) (Plate, et al. 2021). Ciertos trastornos del desarrollo, como los trastornos del espectro autista y los trastornos de conducta, implican dificultades en la respuesta empática (Blair, 2005; Decety y Meyer, 2008; Oberman y Ramachandran, 2007; Preston y de Waal, 2002). El conocimiento sistemático sobre las primeras manifestaciones de empatía podría utilizarse para desarrollar procedimientos de detección temprana de estas condiciones, que actualmente se identifican y diagnostican en una etapa más tardía de la vida de los niños (Roth-Hanania, Davidov y Zahn-Waxler, 2011).

## **10. Agradecimientos**

A Leonel por su disposición y aportes como orientador y evaluador

A Antonella (Tony) por todos los consejos, el aguante y la transmisión del amor por los pequeños y la empatía

A Annabel por transmitir tanto cariño e inspiración. En particular agradecer su disposición a evaluar este trabajo

A José Pedro Prieto por aceptar ser parte del tribunal evaluador de este trabajo

A mi familia por el amor y el apoyo de todos los días

A mis compañeras/os y amigas/os que la militancia en el C100 y en la FEUU me dio, por todas las charlas y experiencias compartidas

## 11. Bibliografía

Ainsworth, M. D. S., Bell, S. M., & Stayton, D. F. (1974). Infant-mother attachment and social development: Socialization as a product of reciprocal responsiveness to signals. In M. P. M. Richards (Ed.), *The integration of a child into a social world* (pp. 99–135). Cambridge University Press.

Alpert, M. (1982). Encoding of feeling in voice. P. Clayton y J. Barrett (eds.): *Treatment of depression: Old controversies and new approaches*, New York, Raven, pp. 217–227.

August, P.V. & Anderson, J.G.T. (1987). Mammal sounds and motivation – structural rules: a test of the hypothesis. *J. Mammal.* 68, 1–9.

Amott, S. R., Singhal, A., & Goodale, M. A. (2009). An investigation of auditory contagious yawning. *Cognitive, Affective. & Behavioral Neuroscience*, 9, 335-342.

Arrieta, A., & Ferreira, A., (2018). Influencia de la sensibilidad madre-hijo en el desarrollo de las respuestas empáticas tempranas de niños y niñas. Proyecto de Maestría en Neurociencias, PEDECIBA Biología.

Arrieta, A., Ferreira, A. & Gómez, L. (2021). Desarrollo y dinámica de la empatía en edades tempranas: influencia de la sincronía madre-hijo y de los estados afectivos de la madre. Tesis de Maestría en Neurociencias, PEDECIBA Biología.

August, P.V. & Anderson, J.G.T., (1987). Mammal sounds and motivation – structural rules: a test of the hypothesis. *J. Mammal.* 68, 1–9.

Bachorowski, J.-A. & Owren, M.J., (1995). Vocal expression of emotion: acoustic properties of speech are associated with emotional intensity and context. *Psychol. Sci.* 6, 219–224.

Banse, R., & Scherer, K. R., (1996). Acoustic profiles in vocal emotion expression. *Journal of Personality and Social Psychology*, 70, 614.

Bates, E. & Marchman, V., (1988). What is and is not universal in language acquisition. F. Plum (Ed.) *Language, Communication and the Brain*. New York: Raven Press.

Bavelas, J. B., Black, A., Lemery, C. R., & Mullett, J. (1986). "I show how you feel": Motor mimicry as a communicative act. *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 322-329.

Beaumont, S. L., & Bloom, K. (1993). Adults' attribution of intentionality to vocalizing infants. *First Language*, 13, 235–247.

Bourvis N, Singer M, Saint Georges C, Bodeau N, Chetouani M, Cohen D, Feldman R. (2018). Pre-linguistic infants employ complex communicative loops to engage mothers in social exchanges and repair interaction ruptures.

Bowlby, J. (1982). *Attachment and loss: Vol. I Attachment* (2nd ed.). New York: Basic Books.

Brothers, L. (1989). A biological perspective on empathy. *American Journal of Psychiatry*. 146(1), 10-19.

Bryant G, Barrett H. (2008). Vocal emotion recognition across disparate cultures. *J Cogn Cult* 8:135–148.

Campos, J., Barrett, K., Lamb, M., Goldsmith, H., & Steinberg, C. (1983). Socioemotional development. In P. H. Mussen (Ed.), *Hand-book of child psychology: Vol. 2. Infancy and developmental psychology*. 783-915.

Carpenter, M., Nagell, K., Tomasello, M., Butterworth, G., & Moore, C. (1998). Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age. *Monographs of the society for research in child development*, i-174.

Cohn J.F. & Tronick E. Z., (1983). Three-Month-Old Infants' Reaction to Simulated Maternal Depression. *Child Development*, Vol. 54, No. 1, pp. 185-193

Crespo-Llado M. M., Vanderwert R. E. & Geangu E., (2018). Individual differences in infants' neural responses to their peers' cry and laughter. *Biol Psychol*. 135:117-127.

Cuff, B. M. P., et al. (2014). Empathy: A Review of the Concept. *Emotion Review*, 8(2), 144-153.

Damasio, A.R. (2006). Emotion and the Human Brain. *Annals new york academy of sciences*, 101-106.

Davidov, M., Zahn-Waxler, C., Roth-Hanania, R., & Knafo, A. (2013). Concern for others in the first year of life: Theory, evidence, and avenues for research. *Child Development Perspectives*, 7(2), 126-131.

Davidov, M., Paz, Y., Roth-Hanania, R., Uzefovsky, F., Orlitsky, T., Mankuta, D., & Zahn-Waxler, C. (2021). Caring babies: Concern for others in distress during infancy. *Developmental Science*, 24(2).

Decety, J., & Jackson, P. L. (2004). The functional architecture of human empathy. *Behavioral and cognitive neuroscience reviews*, 3(2), 71-100.

Decety, J., & Meyer, M. (2008). From emotion resonance to empathic understanding: A social developmental neuroscience account. *Development and Psychopathology*, 20, 1053–1080.

Decety, J. E., & Ickes, W. E. (2009). *The social neuroscience of empathy*. MIT Press.

Decety, J., Bartal, I. B. A., Uzefovsky, F., & Knafo-Noam, A. (2016). Empathy as a driver of prosocial behaviour: highly conserved neurobehavioural mechanisms across species. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1686).

de Vignemont, F., & Singer, T. (2006). The empathic brain: how, when and why?. *Trends in cognitive sciences*, 10(10), 435-441.

Dunbar R. I. M., Baron R., Frangou A., Pearce E., van Leeuwen E. J. C., Stow J., Partridge G., MacDonald I., Barra V. and van Vugt M., (2012). Social laughter is correlated with an elevated pain threshold *Proc. R. Soc. B*.2791161–1167

Ebrahimpour, Mohammad & Schneider, Sara & Noelle, David & Kello, Christopher. (2020). *InfantNet: A Deep Neural Network for Analyzing Infant Vocalizations*.

Fenson, L., Dale, P. S., Reznick, J. S., Bates, E., Thal, D. J., Pethick, S. J. & Stiles, J. (1994). Variability in Early Communicative Development. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 59(5).

Fernald, A. (1985). Four-month-old infants prefer to listen to “motherese.” *Infant Behavior and Development*, 8, 181–195.

Fernald, A. (1996). Approval and disapproval: Infant responsiveness to vocal affect in familiar and unfamiliar languages. *Child Development*, 64, 657–674.

Ferreira, A., & Arrieta, A. (2022). Las emociones: mensajeras entre el mundo interior y el mundo exterior. En V. Nin, & J. C. Valle-Lisboa (Eds.), *Aportes de las Ciencias Cognitivas a la Educación*. Manuscrito en proceso de publicación.

Fitch, W. T. (2000). The evolution of speech: A comparative review. *Trends Cogn. Sci.* 4, 258–267.

Fort, E. & Carazo, P. (2009). *La Evolución de la Comunicación Animal*. Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE). *Adaptación y Evolución, 150 años después del Origen de las Especies*.

Geangu E., (2015) Empathy during early Childhood Across Cultures, *Development of International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*, Elsevier, 549-553.

Gratier, M. & Devouche, E. (2011). Imitation and Repetition of Prosodic Contour in Vocal Interaction at 3 Months. *Developmental psychology*. 47. 67-76.

Gratier M, Devouche E, Guellai B, Infanti R, Yilmaz E. & Parlato-Oliveira E. (2015). Early development of turn-taking in vocal interaction between mothers and infants. *Front Psychol*.1–10.

Goudbeek, M. & Scherer, K. (2010). Beyond arousal: Valence and potency/control cues in the vocal expression of emotion. *The Journal of the Acoustical Society of America* 128, 1322.

Hamlin, J. K., Wynn, K., & Bloom, P. (2007). Social evaluation by preverbal infants. *Nature*, 450(7169), 557-559.

Hawk, S. T., et al., (2012). Face the noise: embodied responses to nonverbal vocalizations of discrete emotions. *Journal of Personality and Social Psychology* 102, 796-814.

Heyes, C. (2018) Empathy is not in our genes. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*.

Hiraoka, D., & Nomura, M. (2016). The influence of cognitive load on empathy and intention in response to infant crying. *Sci. Rep.* 6, 1–9.

Hoffman, M. L. (1975). Developmental synthesis of affect and cognition and its interplay for altruistic motivation. *Developmental Psychology*, 11, 607-622.

Hsu, H.-C., & Fogel, A. (2003). Social regulatory effect of infant non-distress vocalization on maternal behavior. *Developmental Psychology*, 39, 976 –991.

Ikemoto S. & Panksepp J. (1999). The role of nucleus accumbens dopamine in motivated behavior: a unifying interpretation with special reference to reward-seeking. *Brain Res Brain Res Rev.*, 6-41.

Irwin, O. C., & Curry, T. Vowel element in the crying vocalization of infants under two years of age. *Journal of Genetic Psychology*, 1929. 36, 140-170.

Ishijima, Konomi & Negayama, Koichi. (2017). Development of mother-infant interaction in tickling play: The relationship between infants' ticklishness and social behaviors. *Infant behavior & development*. 49. 161-167.

Jessen, S., & Kotz, S. A. (2011). The temporal dynamics of processing emotions from vocal, facial, and bodily expressions. *NeuroImage*, 58(2), 665–674.

Johnstone T & Scherer K.R. (2000). Vocal communication of emotion. In: *Handbook of emotions*, vol 2, 220–235.

Johnstone, T., (2001). The communication of affect through modulation of non-verbal vocal parameters. Ph.D. Thesis, University of Western Australia.

Johnson, W. F., Emde, R. N., Scherer, K. R., & Klinnert, M.D. (1986). Recognition of Emotion from Vocal Cues. *Arch. Gen. Psych.* 43, 280-283.

Juslin, P. N., & Laukka, P. (2001). Impact of intended emotion intensity on cue utilization and decoding accuracy in vocal expression of emotion. *Emotion*, 1, 381–412.

Juslin, P. & Scherer, K.R. (2005). Vocal expression of affect. In *The new handbook of methods in nonverbal behavior research: 65–135*. Harrigan, J., Rosenthal, R. & Scherer, K. (Eds). Oxford: Oxford University Press.

Kamiloğlu R. G., Fischer A H., & Sauter D A. (2020). Good vibrations: A review of vocal expressions of positive emotions. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27:237–265.

Kuhl, P. & Meltzoff, A. (1996). Infant vocalizations in response to speech: Vocal imitation and developmental change. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 100. 2425-38.

Knafo, A., Zahn-Waxler, C., Van Hulle, C., Robinson, J. L., & Rhee, S. H. (2008). The developmental origins of a disposition toward empathy: genetic and environmental contributions. *Emotion*, 8(6), 737.

Laukka, P. (2017). *Vocal Communication of Emotion*.

Lavelli, M., & Fogel, A. (2013). Interdyad differences in early mother–infant face-to-face communication: real-time dynamics and developmental pathways. *Dev. Psychol.* 49, 2257–2271.

Li, X., Tao, J., Johnson, M., Soltis, J., Savage, A., Leong, K. & Newman, J. (2007). Stress and emotion classification using jitter and shimmer features. *Proceedings of the Acoustics, Speech and Signal Processing*, Honolulu, HI.

Lieberman, P., Harris, K. S., Wolff, P., & Russell, L. H. (1971). Newborn infant cry and non-human primate vocalizations. *Journal of Speech and Hearing Research*, 718-727.

Liddle, Mitzi-Jane & Bradley, Benjamin & McGrath, Andrew. (2015). Baby empathy: Infant distress and peer prosocial responses. *Infant mental health journal*.

Light, S. N., Coan, J. A., Zahn-Waxler, C., Frye, C., Goldsmith, H. H., & Davidson, R. J. (2009). Empathy is associated with dynamic change in prefrontal brain electrical activity during positive emotion in children. *Child development*, 80(4), 1210-1231.

Lima, C. F., Castro, S. L., & Scott, S. K. (2013). When voices get emotional: a corpus of nonverbal vocalizations for research on emotion processing. *Behavior Research Methods*, 45, 1234–1245.

Lipkind, D., Marcus, G. F., Bemis, D., Sasahara, K., Jacoby, N., Takahashi, M., et al. (2013). Stepwise acquisition of vocal combinatorial capacity in songbirds and human infants. *Nature* 498, 104–108.

Lizarraga, X. (2009). *Semanario de la Universidad Autónoma Metropolitana*, México.

Long HL, Bowman DD, Yoo H, Burkhardt-Reed MM, Bene ER, Oller DK (2020). Social and endogenous infant vocalizations. *Iris Nomikou*, University of Portsmouth.

Lonstein, J. S., Lévy, F., & Fleming, A. S. (2015). Common and divergent psychobiological mechanisms underlying maternal behaviors in non-human and human mammals. *Hormon. Behav.* 73, 156–185.

MacLean, P. D. (1985). Brain evolution relating to family, play, and the separation call. *Archives of General Psychiatry*, 42, 405-417.

Mastropieri, D., & Turkewitz, G. (1999). Prenatal experience and neonatal responsiveness to vocal expressions of emotion. *Developmental Psychobiology*, 35(3), 204–214.

McCarthy, D. (1929). The vocalization of infants. *Psychological Bulletin*, 26, 625-651.

McCune, L. & Vihman, M. (2001). Early Phonetic and Lexical Development: A Productivity Approach *Journal of Speech Language and Hearing Research* 44(3) 670-684.

McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia medica*, 22(3), 276-282.

Mireault, Gina & Sparrow, John & Poutre, Merlin & Perdue, Brittany & Macke, Laura. (2012). Infant Humor Perception from 3- to 6-months and Attachment at One Year. *Infant behavior & development*. 35. 797-802.

Mireault, G., Poutre, M., Sargent-Hier, M., Dias, C., Perdue, B. & Myrick, A. (2012), Humour Perception and Creation between Parents and 3- to 6-month-old Infants. *Inf. Child. Dev.*, 21: 338-347.

Moreno, A. J., Klute, M. M., & Robinson, J. L. (2008). Relational and individual resources as predictors of empathy in early childhood. *Social Development*, 17(3), 613-637.

Mundy, P., Fox, N., & Card, J. (2003). EEG coherence, joint attention and language development in the second year. *Developmental Science*, 6(1), 48-54.

Murray, I.R. & Arnott, J.L., (1993). Toward the simulation of emotion in synthetic speech: a review of the literature on human vocal emotion. *J. Acoust. Soc. Am.* 93, 1097–1108.

Murry, A., & Murry, C. (1980). *Infant communication: cry and speech*. Houston, TX: College-Hill Press.

Oller, D. K. (1980). "The emergence of the sounds of speech in infancy," in *Child Phonology*, Vol 1, eds G. Yeni-Komshian, J. Kavanagh, and C. Ferguson (New York, NY: Academic Press), 93–112.

Oller, D. K. (2000). *The Emergence of the Speech Capacity*. Hove: Psychology Press.

Oller, D. K., Buder, E. H., Ramsdell, H. L., Warlaumont, A. S., Chorna, L., & Bakeman, R. (2013). Functional flexibility of infant vocalization and the emergence of language. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 110, 6318–6323.

Owren, M. J., & Bachorowski, J.-A. (2003). Reconsidering the evolution of nonlinguistic communication: The case of laughter. *J. Nonverbal Behav.* 27, 183–200.

Panksepp, J. & Burgdorf, J. (2000). 50-kHz chirping (laughter?) in response to conditioned and unconditioned tickle-induced reward in rats: effects of social housing and genetic variables. *Behav. Brain Res.* 115, 25–38.

Panksepp, J. & Burgdorf, J. (2003). 'Laughing' rats and the evolutionary antecedents of human joy? *Physiol. Behav.* 79, 533–547.

Panksepp, J., & Moskal, J. (2008). Dopamine and SEEKING: Subcortical "reward" systems and appetitive urges. In A. J. Elliot (Ed.), *Handbook of approach and avoidance motivation* (pp. 67–87). Psychology Press.

Panksepp J. (2010). Affective neuroscience of the emotional BrainMind: evolutionary perspectives and implications for understanding depression. *Dialogues in clinical neuroscience.* 12(4):533.

Panksepp, J, Biven L. (2012). *The Archeology of Mind. Neuroevolutionary Origins of Human Emotions.* Nueva York: W. W. Norton and Company.

Paolantonio, María Patricia; Manoilloff, Laura M. V.; Faas, Ana E., (2020). Alteraciones prosódicas y comunicativas madre-bebé debido a depresión postparto. *Estudios de fonética experimental.* Vol. 29, p. 241-79.

Papoušek, M. (1989). Determinants of responsiveness to infant vocal expression of emotional state. *Infant Behavior and Development,* 12(4), 507–524.

Papoušek, M. (1992). Early ontogeny of vocal communication in parent-infant interactions. In: Papoušek, M, Jürgens U, Papoušek, H, eds. *Nonverbal Vocal Communication.* Cambridge: Cambridge University Press. 230–261.

Paz, Y., Orlitsky, T., Roth-Hanania, R., Zahn-Waxler, C., & Davidov, M. (2021). Predicting externalizing behavior in toddlerhood from early individual differences in empathy. *Journal of child psychology and psychiatry,* 62(1), 66-74.

Pelaez, M., Borroto, A. R., & Carrow, J. (2018). Infant vocalizations and imitation as a result of adult contingent imitation. *Behavioral Development,* 23(1), 81-88.

Pell, M.D., Rothermich K., Liu P., Paulmann S., Sethi S. & Rigoulot S., (2015). Preferential decoding of emotion from human non-linguistic vocalizations versus speech prosody. *Biological Psychology,* 111, p. 14-25.

Piaget, J. (1962) *Play, Dreams, and Imitation in Children* (London, Routledge & Kegan Paul).

Pittam, J., & Scherer, K. R., (1993). Vocal expression and communication of emotion. In M. Lewis & J. M. Haviland (Eds.), *Handbook of emotions*(pp.185-198). New York: Guilford Press.

Plate, S., Yankowitz, L., Resorla, L., Swanson, M., Meera, S., Estes, A M., Marrus, N., Cola, M., Petrulla, V., Faggen, A., Pandey, J., Paterson, S., Pruett, J., Cody, H., Dager, S., John, T., Botteron, K., Zwaigenbaum, L., Piven, J., & Parish-Morris, J. (2021). Infant vocalizing and phenotypic outcomes in autism: Evidence from the first 2 years. *Child Development*.

Poulson, C. L., Kymissis, E., Reeve, K. F., Andreatos, M., & Reeve, L. (1991). Generalized vocal imitation in infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 51(2), 267–279.

Robinson TE, Berridge KC. (1993). The neural basis of drug craving: an incentive-sensitization theory of addiction. *Brain Res Brain Res Rev*.

Roth-Hanania, R., Davidov, M., & Zahn-Waxler, C. (2011). Empathy development from 8 to 16 months: Early signs of concern for others. *Infant Behavior and Development*, 34(3), 447-458.

Russell J. A. & Barrett L. F., (1999) Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of personality and social psychology*. 76(5), 805.

Scheiner, E., Hammerschmidt, K., Jürgens, U., & Zwirner, P. (2002). Acoustic Analyses of Developmental Changes and Emotional Expression in the Preverbal Vocalizations of Infants. *Journal of Voice*. Vol. 16, No. 4, pp. 509–529.

Scherer, K. R. (1994). Affect bursts. *Emotions: Essays on Emotion Theory*, edited by S. H. M. van Goozen, N. E. Vande Poll, and J. A. Sergeant Erlbaum, Hillsdale, NJ, pp. 161–193.

Scherer, K. R. (1989). Vocal correlates of emotion. In A. Manstead & H. Wagner (Eds.), *Handbook of psychophysiology: Emotion and social behavior* (pp. 165-197). London: Wiley.

Scherer, K. R., (1981). Speech and emotional states. In: Darby, J.K. (Ed.), *Speech Evaluation in Psychiatry*. Grune & Stratton, New York, pp. 189–220.

Scherer K. R., Banse R, Wallbott HG. (2001). Emotion inferences from vocal expression correlate across languages and cultures. *J Cross Cult Psychol* 32:76–92.

Scherer, K. R. (2003). Vocal communication of emotion: A review of research paradigms. *Speech Commun.* 40, 227–256.

Scherer, K.R., (1986). Vocal affect expression: a review and a model for future research. *Psychol. Bull.* 99, 143–165.

Scherer, K. R., & Kappas, A. (1988). Primate vocal expression of affective state. In D. Todt, P. Goedeke, & D. Symmes (Eds.), *Primate vocal communication* (pp. 171 -194). Berlin: Springer.

Schröder, M. (2003). Experimental study of affect bursts. *Speech Commun.* 40, 99–116.

Scott, SK., Sauter, D., McGettigan, C. (2009). Brain mechanisms for processing perceived emotional vocalizations in humans. *Handbook of Mammalian Vocalizations*, ed Brudzynski S (Academic Press, Oxford), pp 187–198.

Searby A., Jouventin P. (2003). Mother-lamb acoustic recognition in sheep: a frequency coding. *Proc R Soc B Biol Sci.* 270, pp 1765–1771.

Sèbe F, Aubin T, Boue A, Poindron P. (2008). Mother-young vocal communication and acoustic recognition promote preferential nursing in sheep. *J Exp Biol.* 211, pp 3554–3562.

Sèbe, F., Poindron P., Ligout S., Sèbe O. & Aubin, T. (2017) Amplitude modulation is a major marker of individual signature in lamb bleats, *Bioacoustics*, 27:4, 359-375.

Sheppard, W. C., & Lane, H. L. (1968). Development of the prosodic features of infant vocalizations. *Journal of Speech and Hearing Research*, 94-108

Snow, D., Balog, H. L. (2002). Do children produce the melody before the words? A review of developmental intonation research. *Lingua*, 112 (12), 1025-1058

Stark, J. (1982). *The special infant*. New York: Human Services Press.

Stolt, S., Korja, R., Matomäki, J., Lapinleimu, H., Haataja, L., & Lehtonen, L. (2014). Early relations between language development and the quality of mother–child interaction in very-low-birth-weight children. *Early Human Development*, 90(5), 219-225.

Trevarthen, C. (1979). Communication and cooperation in early infancy: a description of primary intersubjectivity. *Before Speech: The Beginning of Interpersonal Communication*, ed. M. Bullowa (Cambridge: Cambridge University Press), 321–347.

Trevarthen, C. (1993). The self-born in intersubjectivity: the psychology of an infant communicating. *The Perceived Self: Ecological and Interpersonal Sources of Self-Knowledge*, ed. U. Neisser (New York, NY: Cambridge University Press), 121–173.

Trevarthen, C. (1998). The concept and foundations of infant intersubjectivity. *Intersubjective communication and emotion in early ontogeny*, 15, 46.

Trevarthen, C. & Aitken, K. (2001). Infant Intersubjectivity: Research, Theory, and Clinical Applications. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*. 42. 3-48.

Trevarthen, C. & Hubley, P., (1978). “Secondary intersubjectivity: confidence, confiding and acts of meaning in the first year,” in *Action, Gesture and Symbol: The Emergence of the Language*, ed. A. Lock (London: Academic Press), 183–229.

Tronick, E. Z. (1989). Emotions and emotional communication in infants. *American psychologist*, 44(2), 112.

Van Egeren, L. A., Barratt, M. S., & Roach, M. A. (2001). Mother–infant responsiveness: timing, mutual regulation, and interactional context. *Dev. Psychol.* 37, 684–697.

Vaish, A. (2016). Flexible concern: The development of multidetermined and context-dependent empathic responding. *Child Development Perspectives*, 10(3), 149-154.

Weinberg, M. K., & Tronick, E. Z. (1994). Beyond the face: An empirical study of infant affective configurations of facial, vocal, gestural, and regulatory behaviors. *Child Development*: 65., 1503–1515.

Weston, A. J. & Mader, N. T., (1984). Infants' vocalizations as a diagnostic tool. *Perceptual and Motor Skills*, 1984, 58, 787-796.

Wondra, J. D. & Ellsworth, P. C. (2015) An appraisal theory of empathy and other vicarious emotional experiences. *Psychological Review* 122, 411-428.

Yale, M. E., Messinger, D. S., Cobo-Lewis, A. B., & Delgado, C. F. (2003). The temporal coordination of early infant communication. *Developmental Psychology*: 39., 815–824.

Yale, M. E., Messinger, D. S., Cobo-Lewis, A. B., Oller, D. K., & Eilers, R. E. (1999). An event-based analysis of the coordination of early infant vocalizations and facial actions. *Developmental Psychology*: 35., 505–513.

Yaniv, A. U., Salomon, R., Waidergoren, S., Shimon-Raz, O., Djalovski, A., & Feldman, R. (2021). Synchronous caregiving from birth to adulthood tunes humans' social brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(14).

Young, K. S., Parsons, C. E., Stein, A., Vuust, P., Craske, M. G., & Kringelbach, M. L. (2016). The neural basis of responsive caregiving behaviour: investigating temporal dynamics within the parental brain. *Behav. Brain Res.* 325, 105–116.

Zahn-Waxler, C., Radke-Yarrow, M., Wagner, E., & Chapman, M. (1992a). Development of concern for others. *Developmental psychology*, 28(1), 126.

Zahn-Waxler, C., Robinson, J. L., & Emde, R. N. (1992b). The development of empathy in twins. *Developmental psychology*, 28(6), 1038.

Zahn-Waxler, C., Schoen, A., & Decety, J. (2018). An interdisciplinary perspective on the origins of concern for others: Contributions from psychology, neuroscience, philosophy, and sociobiology. In *Forms of Fellow Feeling: Empathy, Sympathy, Concern and Moral Agency* (pp. 184–215).

Zaki, J. & Ochsner, K. N. (2012) The neuroscience of empathy: progress, pitfalls and promise. *Nature Neuroscience* 15, 675-680

Zaki, J. (2014). Empathy: a motivated account. *Psychological Bulletin* 140, 1608-1647

Zeifman, D. M., & St James-Roberts, I. (2017). Parenting the crying infant. *Curr. Opin. Psychol.* 15, 149–154.

Zimmermann E. (2012). Primate serenades: call variation, species diversity, and adaptation in Nocturnal Strepsirhines. In: Masters J, Gamba M, Génin F, editors. *Leaping Ahead Adv Prosimian Biol.* New York (NY): Springer New York; p. 287–295.