

Musicalidad y desarrollo infantil

Fundamentos neurofuncionales para la formulación de criterios de derivación a musicoterapia

Musicalidade e desenvolvimento infantil. Fundamentos neurofuncionais para a formulação de critérios de encaminhamento para musicoterapia

 **Marianela Pacheco**
marianelapacheco@hotmail.com

Universidad Nacional del Sur, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

Resumen | El presente trabajo desarrolla un recorrido teórico-analítico orientado a integrar evidencia proveniente de las neurociencias del desarrollo y de la práctica musicoterapéutica, con el fin de examinar el valor de los aspectos temporales y espaciales en la organización funcional del desarrollo infantil. A partir de una revisión selectiva y crítica de investigaciones representativas del campo neurocientífico, se analizan los fundamentos neurofuncionales que sustentan la musicalidad como dimensión estructurante de los procesos perceptivo-motores, comunicacionales y socioemocionales. El artículo no busca trasladar de modo directo los hallazgos experimentales al ámbito clínico, sino discutir sus alcances y límites para la formulación de criterios de derivación a musicoterapia en contextos de atención temprana. Se propone un marco conceptual que reconoce a la intervención musicoterapéutica como un dispositivo de andamiaje capaz de favorecer la emergencia y consolidación de hitos críticos del desarrollo, dentro de un abordaje interdisciplinario basado en la comprensión neurofuncional y relacional de la infancia.

Palabras clave | desarrollo infantil, musicalidad, neurociencias del desarrollo, musicoterapia, fundamentos teóricos, intervención temprana

Resumo | Este artigo apresenta um estudo teórico e analítico que integra evidências das neurociências do desenvolvimento e da prática musicoterapêutica, com o objetivo de examinar o papel das dimensões temporais e espaciais na organização funcional do desenvolvimento infantil. A partir de uma revisão seletiva e crítica de pesquisas representativas do campo neurocientífico, analisam-se os fundamentos neurofuncionais que sustentam a musicalidade como dimensão estruturante dos processos perceptivo-motores, comunicacionais e socioemocionais. O artigo não busca transferir diretamente os achados experimentais para o contexto clínico, mas discutir seus alcances e limites para a formulação de critérios de encaminhamento à musicoterapia em contextos de intervenção precoce. Propõe-se um quadro conceitual que reconhece a musicoterapia como um dispositivo de andaime capaz de favorecer a emergência e consolidação de marcos críticos do desenvolvimento, dentro de uma abordagem interdisciplinar baseada em uma compreensão neurofuncional e relacional da infância.

Palavras chave | desenvolvimento infantil, musicalidade, neurociências do desenvolvimento, musicoterapia, fundamentos teóricos, intervenção precoce



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons CC-BY-NC-SA

Introducción

El desarrollo infantil constituye un proceso altamente dependiente de la maduración neurobiológica y la calidad de las experiencias interpersonales tempranas. Desde la perspectiva de las neurociencias del desarrollo, se ha demostrado que las primeras interacciones vinculares y sensorio-motoras sientan las bases para la autorregulación, la percepción del entorno, la comunicación y la cognición (Fox et al, 2010; Shonkoff y Phillips, 2000). En este marco, la integración de información temporal y espacial —es decir, la capacidad de anticipar, secuenciar y organizar acciones en el tiempo y en el espacio— es esencial para el desarrollo de habilidades como la atención conjunta, la imitación, el control motor, la comunicación y el lenguaje (Goswami, 2011; Tierney y Kraus, 2013).

Los aspectos temporales y espaciales del desarrollo no pueden considerarse funciones aisladas, sino que forman parte de un entramado neurofuncional complejo que incluye la maduración de redes subcorticales y corticales, en especial aquellas vinculadas con la regulación sensorial, la percepción auditiva, el control motor y los sistemas de recompensa (Tallal, 2004; Zelazo, 2015; Iverson, 2010). El tiempo y la espacialidad, como dimensión perceptiva, cognitiva y motriz, constituye un prerrequisito crítico para múltiples hitos del desarrollo, incluyendo la atención conjunta, el control inhibitorio, la regulación emocional, la intención comunicativa, el contacto visual, la coordinación motora (Goswami, 2011; Tallal, 2004; Zelazo, 2015). La capacidad de percibir, anticipar y organizar eventos en el tiempo permite a los niños y las niñas construir secuencias de acción, regular sus respuestas frente al entorno y sostener interacciones significativas con los otros (Iverson, 2010; Trevarthen y Malloch, 2002).

Desde las neurociencias cognitivas, se ha evidenciado que aspectos de la musicalidad, como la capacidad de percibir, anticipar y sincronizarse con patrones rítmicos, constituyen un componente fundamental en el desarrollo de los mecanismos temporales que sustentan funciones cognitivas complejas, como el lenguaje y la lectura. La precisión en el procesamiento temporal fino, que depende de la integración entre sistemas auditivos y motores, se asocia con la estabilidad de las respuestas neuronales al sonido y con la eficacia en la codificación fonológica (Tierney y Kraus, 2013). A su vez, estudios en neuroimagen muestran que la percepción del ritmo activa circuitos motores incluso en ausencia de movimiento, indicando la existencia de un acoplamiento auditivo-motor que permite la predicción temporal y la organización secuencial del habla (Grahn y Brett, 2007). Desde esta perspectiva, las alteraciones en la sincronización neuronal y en la sensibilidad a las regularidades temporales se han vinculado con dificultades en la adquisición del lenguaje y de la lectura, como ocurre en los trastornos disléxicos (Habib et al, 2016).

Los bebés nacen con una musicalidad comunicativa, una disposición innata para participar en intercambios afectivos multimodales en los que se coordinan ritmo, gesto, mirada y entonación, no necesariamente de forma regular (Español et al, 2022; Trevarthen y Malloch, 2002; Stern, 2010). El dominio del tiempo no solo organiza el movimiento, sino que habilita la construcción simbólica y la participación social desde los primeros años de vida (Shifres, 2008). Estas formas de acoplamientos, encuentros, silencios y sincronías prelingüísticas sustentan la construcción del apego, la regulación tónica y emocional, y el desarrollo de la comunicación y el lenguaje (Feldman, 2007; Trehub y Trainor, 1998; Van Puyvelde et al, 2010). La teoría polivagal, por su parte, ha aportado evidencia sobre la vinculación entre el tono vagal, la prosodia vocal y la regulación autonómica en el vínculo madre-bebé, subrayando el papel del ritmo y la voz en la modulación del estado fisiológico y afectivo del infante

(Porges, 2011).

En niños y niñas que presentan dificultades en el desarrollo, la intervención clínica orientada a estructurar el tiempo y el espacio compartido se vuelve una necesidad. En este sentido, la musicoterapia ofrece un campo de trabajo privilegiado: integra el cuerpo, el sonido, el ritmo y el vínculo, proponiendo un encuadre terapéutico donde los patrones rítmicos y melódicos facilitan la regulación mutua, la coordinación motriz y la construcción de sentido compartido (Shoemark y Grocke, 2010; Thaut y Hoemberg, 2014). Desde una perspectiva interdisciplinaria, la musicoterapia puede aportar recursos valiosos para intervenir tempranamente sobre prerrequisitos esenciales para el desarrollo.

Este artículo propone un recorrido teórico por la evidencia de las neurociencias, la psicología del desarrollo, la neuropsicología de la música y la musicoterapia, que analiza el valor de los aspectos temporales y espaciales en los procesos de desarrollo infantil. Asimismo, estos fundamentos sustentan la importancia de la intervención musicoterapéutica en contextos clínicos tempranos, comprendiendo que puede ofrecer un andamiaje significativo para la adquisición de hitos fundamentales y críticos en el desarrollo infantil.

Regulación y Musicalidad en la Primera Infancia

El desarrollo de la autorregulación es uno de los hitos fundamentales del neurodesarrollo temprano. Refiere a la capacidad que permite a las personas, en sus distintos ciclos vitales, modular sus estados fisiológicos, afectivos y conductuales en función del entorno y de sus propias necesidades internas. Desde el nacimiento, el sistema nervioso del bebé depende de la co-regulación vincular con el cuidador para sostener estados de alerta óptimos, organizar su conducta y reducir la incertidumbre (Feldman, 2007; Porges, 2011). Estas interacciones son inherentemente musicales. Es decir, se organizan a través del ritmo, la duración, la entonación, el timing y la pausa, tanto en la voz como en el cuerpo, a través de gestos, balanceos, posturas y microajustes tónicos que acompañan la interacción.

La musicalidad comunicativa es una forma innata de organización temporal y espacial que permite al infante coordinarse con el otro incluso antes de la aparición del habla (Español et al, 2022; Trevarthen y Malloch, 2002). Esta capacidad se expresa en la atención a los contornos melódicos de la voz materna (prosodia), la sensibilidad al ritmo y la tendencia a responder con movimientos, vocalizaciones y/o miradas coordinadas. Al respecto, Winkler et al. (2009) demostraron que los recién nacidos pueden detectar regularidades rítmicas en secuencias auditivas, lo que sugiere una disposición temprana para procesar patrones temporales.

A nivel neurobiológico, estas capacidades están mediadas por la maduración de sistemas subcorticales (como el tálamo y el tronco encefálico), que regulan la entrada sensorial y la activación autonómica, así como por el desarrollo progresivo de la red de saliencia (*saliencenetwork*), encargada de integrar señales internas y externas para priorizar estímulos relevantes (Menon y Uddin, 2010). Estas redes trabajan en conjunto con los sistemas de regulación emocional del eje hipotálamo-pituitaria-adrenal y el sistema nervioso autónomo, ambos sensibles al tono vocal, la proximidad y la previsibilidad rítmica del entorno. La musicalidad no sólo alberga un sentido estético que atraviesa la cultura y las sociedades a lo largo del tiempo y las geografías; sino, justamente, una función estructural vinculada a la organización del self (Janata, 2009; Stern, 2010), la construcción del apego y la emergencia de la atención compartida y conjunta (Phillips-Silver y Keller, 2012).

Dimensiones Temporales y Espaciales en el Desarrollo de Hitos

Los hitos del desarrollo infantil —como sostener la cabeza, girar, sentarse, gatear, caminar, señalar, imitar, vocalizar y hablar— implican la coordinación de sistemas temporales, espaciales, motores y cognitivos (Adolph y Berger, 2015; Thelen y Smith, 1994). Su evolución requiere prerequisites neurofuncionales; entre ellos, la integración multisensorial, la modulación tónica, la coordinación ojo-mano, la orientación corporal en el espacio, la atención conjunta y la capacidad de prever secuencias rítmico-motrices (Ayres, 1972; Hadders-Algra, 2010). Funcionalmente, estas capacidades se asocian con la ideación, planeación, secuenciación y ejecución de comportamientos (Ayres y Robbins, 2005; Diamond, 2013), y están mediadas por el desarrollo progresivo de redes cerebrales complejas, como la red ejecutiva frontoparietal, la red motora suplementaria, y circuitos subcorticales como el cerebelo y los ganglios basales (Penhune, 2011; Zatorre et al, 2007).

La dimensión temporal organiza la percepción y ejecución de acciones en el tiempo: posibilita la anticipación, la espera, el turno, la inhibición y el control secuencial. La dimensión espacial permite registrar y mapear el entorno, orientar el cuerpo y ejecutar movimientos coordinados en relación con objetos y personas. Ambas se integran de manera dinámica en funciones como la coordinación visomotriz, la planificación motora, la estructuración del discurso y la lectura (Goswami, 2011; Tallal, 2004).

Las funciones ejecutivas, como la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva, requieren una base organizada de control temporal y espacial del comportamiento. Niños con desorganización en estas dimensiones pueden presentar dificultades en el planeamiento de acciones, en la regulación de la atención y en la construcción de secuencias significativas (Diamond, 2013).

Desde esta perspectiva, la musicalidad y los intercambios sonoro-corporales tempranos ofrecen una vía para entrenar estas capacidades: tanto al sostener el pulso de una canción como al repetir una secuencia melódica o responder a un gesto rítmico, el niño comienza a organizar su comportamiento en patrones secuenciales regulados por el otro.

Fundamentos Neurocientíficos de las Intervenciones Basadas en Música

En las últimas décadas, los avances en neurociencias han transformado profundamente la comprensión del procesamiento musical, desplazando las visiones localizacionistas y modulares hacia enfoques más integradores basados en redes funcionales dinámicas. Inicialmente, se pensaba que la música se procesaba mediante módulos relativamente independientes encargados de aspectos como la melodía, el ritmo o la armonía (Peretz y Coltheart, 2003). Esta perspectiva permitió describir síndromes específicos, como la amusia, y sentó las bases para identificar componentes neurales especializados.

Investigaciones posteriores, especialmente desde la neuroimagen funcional, demostraron que la experiencia musical activa múltiples sistemas distribuidos que interactúan entre sí, dando lugar al concepto actual de una red musical cerebral o *musical brainnetwork* (Koelsch, 2005; Zatorre et al, 2007; Trost et al, 2012). Este modelo integrador reconoce que la música compromete regiones corticales y subcorticales involucradas en el procesamiento del tiempo, el espacio, el movimiento, la emoción, la memoria y la cognición. En particular, se observa la participación coordinada de sistemas auditivos, motores, límbicos y frontoparietales, que a su vez se superponen funcionalmente con redes implicadas

en el lenguaje, el control ejecutivo y la regulación afectiva (Koelsch, 2014; Zatorre y Salimpoor, 2013). Estos enfoques contemporáneos no contradicen necesariamente la idea de modularidad propuesta por Peretz y Coltheart (2003), sino que la amplían hacia modelos de interacción dinámica entre redes.

La teoría de la codificación predictiva ha enriquecido esta visión al proponer que el cerebro musical no solo reacciona a los estímulos, sino que genera predicciones jerárquicas sobre el flujo temporal, melódico y armónico de la música, ajustando sus modelos internos ante el error de predicción (Friston, 2010). Esta capacidad de anticipación es clave para comprender el impacto de la música en funciones como la atención, la planificación secuencial y la regulación emocional.

Desde esta perspectiva funcional-integrativa, se comprende por qué la música posee un potencial terapéutico tan amplio y transversal, especialmente durante el desarrollo infantil. La música activa una red neuronal distribuida, interconectada y dinámica, que involucra regiones especializadas en funciones esenciales para la organización de los prerrequisitos del desarrollo: sensoriales, motores, afectivos y cognitivos (Koelsch, 2014; Zatorre et al, 2007).

Desde el punto de vista auditivo, la corteza auditiva primaria y secundaria, organizada de manera tonotópica, permite el análisis fino de la altura, los contornos melódicos y los cambios espectrales (Zatorre et al, 2002). Esta habilidad no solo es fundamental para la música, sino también para la discriminación fonológica y prosódica del lenguaje (Patel, 2011), lo que respalda la idea de recursos compartidos para el procesamiento sintáctico entre música y habla (Patel, 2003). Los aspectos de la discriminación fonológica que guardan relación con el procesamiento musical incluyen la capacidad de segmentar y anticipar unidades temporales, diferenciar patrones de acento y entonación, y reconocer relaciones jerárquicas entre sonidos. Estos procesos, necesarios para percibir la estructura fonológica y prosódica del habla, comparten mecanismos de análisis temporal y predictivo con la percepción rítmica y melódica de la música (Koelsch, 2014; Zatorre et al, 2007; Patel, 2003).

En la dimensión temporal, estructuras como los ganglios basales, el cerebelo y la corteza motora suplementaria (SMA) contribuyen al procesamiento del ritmo, la temporización y la coordinación motora (Grahn y Brett, 2007; Thaut y Hoemberg, 2014). Estas regiones también están implicadas en funciones ejecutivas como la inhibición y la atención sostenida, esenciales para la autorregulación y la organización de la conducta (Zatorre et al, 2007).

Por su parte, el procesamiento espacial musical —clave en la orientación sonora, la planificación motora y la conciencia corporal— involucra la corteza parietal posterior, los colículos superiores y el cerebelo (Janata y Grafton, 2003). Estas estructuras resultan fundamentales en la adquisición de habilidades como la imitación, la coordinación visuomotriz y el uso funcional del espacio corporal.

En el plano emocional, el procesamiento tímbrico y armónico involucra regiones como la ínsula, la amígdala y la corteza orbitofrontal, que participan en la evaluación de saliencia, la regulación afectiva y la toma de decisiones sociales (Koelsch, 2014; Trost et al, 2012). Estudios de neuroimagen muestran que estas áreas también están involucradas en la experiencia de placer musical, mediada por la liberación de dopamina en el núcleo accumbens (Zatorre y Salimpoor, 2013).

A partir de un análisis teórico integrativo se elaboró la Tabla 1 (Figure 1), basada en la revisión narrativa de literatura proveniente de las neurociencias de la música, la neuropsicología del desarrollo y la musicoterapia clínica. La selección de fuentes se realizó considerando estudios experimentales y de revisión publicados entre 2000 y 2024 que describen correlatos cerebrales de las dimensiones musicales y su relación con funciones del desarrollo infantil. Las dimensiones incluidas (rítmica, melódica, armónica, tímbrica, espacial, motora y estructural-secuencial) fueron tomadas de modelos de

procesamiento musical ampliamente reconocidos (Koelsch, 2014; Zatorre et al, 2002; Patel, 2003) y se articularon con observaciones clínicas habituales en el campo de la musicoterapia.

El criterio de asociación entre las columnas se basó en la correspondencia funcional entre tres niveles de análisis. En primer lugar, la dimensión musical que refiere al componente estructural del fenómeno sonoro. En un segundo nivel se ubica el procesamiento cerebral asociado, que designa aquellas redes o sistemas predominantes que han sido descritos en la literatura neurocientífica. Por último, en el tercer nivel de análisis se encuentra el prerrequisito funcional. En este nivel se describen aquellos procesos básicos del desarrollo (sensorial, motor, cognitivo y afectivo) que pueden ser abordados o evaluados clínicamente mediante la dimensión musical correspondiente. De esta forma, la tabla no pretende establecer correspondencias causales, sino ofrecer una matriz analítica y clínica que oriente la observación, la derivación y el diseño de intervenciones musicoterapéuticas desde un enfoque neurofuncional-integrativo.

Tabla 1 *Aspectos musicales y vinculación neurofuncional con prerrequisitos del desarrollo*

Dimensión musical	Elemento clínico musical asociado	Procesamiento cerebral asociado	Prerrequisito funcional
Rítmica	Pulso, acento, pausa	Ganglios basales, cerebelo, SMA, corteza premotora	Secuenciación, inhibición, atención sostenida
Melódica	Contorno, altura	Corteza auditiva primaria/secundaria, áreas de Broca y Wernicke	Prosodia, anticipación, lenguaje oral
Armónica	Tensión, resolución	Corteza prefrontal, corteza auditiva secundaria, red límbica	Regulación emocional, flexibilidad cognitiva
Tímbrica	Calidad sonora, frecuencia	Ínsula, corteza auditiva, red de saliencia	Discriminación sensorial, integración auditivo-emocional
Espacial	Orientación corporal hacia la fuente sonora	Colículo superior e inferior, cerebelo, corteza parietal posterior, áreas premotoras	Integración auditivo-motora y propioceptiva; coordinación postural
Motora	Movimiento expresivo, exploración corporal	Corteza motora y premotora, ganglios basales, sistema vestibular	Planificación motora, control postural dinámico, regulación tónica
Estructura secuencial	Forma musical, patrón, duración	Red ejecutiva frontoparietal, hipocampo, tálamo	Planificación, memoria de trabajo, narrativa temporal

Nota. Elaboración propia.

Este marco neurofuncional justifica la necesidad de evaluar y trabajar clínicamente sobre el perfil musical individual, entendido como la configuración singular de respuestas sensoriomotrices, cognitivas y afectivo-relacionales que una persona presenta frente a los distintos parámetros musicales (ritmo, melodía, timbre, dinámica, estructura, espacio sonoro). Desde una perspectiva integradora, el perfil musical refleja cómo se organizan los comportamientos musicales de cada individuo y qué elementos del sonido actúan como reguladores o desorganizadores de su experiencia. Constituye, por tanto, un mapa clínico y neurofuncional que permite inferir la eficiencia o vulnerabilidad de ciertos sistemas —por ejemplo, auditivo-motor, temporoespacial, límbico o frontoparietal— a partir de la observación musical.

Una intervención clínica sensible al perfil neurofuncional permite ajustar los parámetros musicales (tempo, timbre, dinámica, estructura, densidad sonora) a las capacidades, umbrales sensoriales y modos

de organización que favorecen las necesidades de la persona, optimizando el impacto terapéutico. Esta articulación entre el análisis musical clínico y el procesamiento neurofuncional permite diseñar intervenciones personalizadas, centradas no solo en la conducta observable sino también en las dinámicas cerebrales y fisiológicas subyacentes que la música moviliza (Koelsch, 2014; Thaut y Hoemberg, 2014). Comprender qué elementos musicales activan más eficazmente determinados sistemas funcionales resulta clave para favorecer la regulación tónica, la sincronización intersubjetiva y la organización temporal de la acción. Es posible, por ejemplo, mediante el uso de estructuras rítmicas regulares, facilitar la secuenciación motora y la atención sostenida; así como, mediante el uso de contornos melódicos claros y pregnantes, reforzar la anticipación prosódica en dificultades del lenguaje. Asimismo, mediante el uso de variaciones tímbricas controladas, ha sido posible modular estados de sobrecarga sensorial o desregulación afectiva (Menon y Uddin, 2010; Pacheco y Tosto, 2023).

En este sentido, entenderemos que el perfil musical no se reduce al rasgo expresivo o estético que caracteriza a la persona. Desde este enfoque, llamaremos perfil musical al sistema dinámico de organización funcional que refleja la interacción entre un sistema nervioso que aporta sistema y estructura, un cuerpo que sensa las experiencias y las integra a su mapa de conocimientos, y el conjunto de experiencias sonoras y musicales que integran la forma en que esa persona procesa la información sonora-musical de los entornos que habita. El concepto de perfil musical se propone aquí como una categoría clínica derivada del análisis funcional de las dimensiones musicales (rítmica, melódica, tímbrica, espacial, estructural), articuladas con sus correlatos neurofuncionales y prerequisites del desarrollo. Evaluarlo y trabajarlo clínicamente con mayor claridad conceptual posibilita trabajar una mirada clínica orientada a tratamientos que se ajusten a las necesidades de la persona en sus contextos.

Aportes Específicos de la Musicoterapia

La musicoterapia interviene sobre estas dimensiones al crear contextos de interacción donde el sonido, el cuerpo y el vínculo se integran en estructuras temporales y espaciales compartidas. Las canciones, los juegos rítmicos, la improvisación vocal o instrumental, y las secuencias sonoro-motoras permiten a los niños y las niñas ensayar patrones de comportamiento organizados, ajustarse a un marco rítmico, y sostener la atención en el otro.

Este encuadre favorece: la emergencia de conductas intencionales (como la toma de turno o la intencionalidad comunicativa), la planificación motriz (responder con un gesto a un estímulo musical), y la integración entre percepción, acción y regulación emocional (detener el movimiento con una pausa musical).

Al trabajar desde el perfil musical individual, el musicoterapeuta se ajusta a la forma singular en que cada niño o niña responde al ritmo, al movimiento, a la voz o al silencio. Esa singularidad es clave para activar sistemas motivacionales internos, necesarios para sostener la atención, organizar la conducta y vincularse.

Las intervenciones pueden potenciar el desarrollo de prerequisites para el lenguaje (prosodia, turnos, gestos comunicativos), para la motricidad (secuenciación, control inhibitorio, coordinación), y para la autorregulación emocional, funciones que requieren un dominio temporal y espacial del cuerpo y la cognición corporizada del estar en el mundo. En términos clínicos, el espacio musicoterapéutico permite observar transformaciones funcionales: cómo el niño o niña percibe a un otro en un contexto que presenta características particulares, cómo organiza su conducta, cómo responde a una consigna

secuenciada y cómo sostiene una interacción musical. La clínica musicoterapéutica requiere de un análisis profundo del comportamiento de la persona en su funcionalidad cotidiana para facilitar experiencias diseñadas a trabajar los desafíos de su perfil a través de experiencias que enriquezcan el atravesamiento de los mismos. Los logros terapéuticos también deben observarse articuladamente con los integrantes del equipo terapéutico en términos de organización funcional del perfil individual de la persona con sus distintos apoyos.

Criterios de Derivación y Articulación Interdisciplinaria

La música activa de forma simultánea sistemas vestibulares, propioceptivos, auditivos, visuales y táctiles (Koelsch, 2014). Cuando un niño o niña presenta una desorganización en la integración multisensorial, suele manifestar:

- Hipersensibilidad o hiporreactividad a sonidos, contacto físico o movimientos.
- Conductas de evitación o sobreexcitación ante estímulos ambientales.
- Dificultades para modular el tono postural y sostener patrones motores estables.

Estas señales afectan directamente la calidad del vínculo, la atención y el ajuste al entorno. La musicoterapia utiliza estímulos musicales rítmicos y estructurados que actúan como señales temporales externas para el sistema nervioso, favoreciendo la modulación tónica (ajuste del tono muscular y la postura) y la integración sensorial (coordinación entre lo auditivo, lo motor y lo propioceptivo). Este proceso facilita la organización del movimiento en relación con el tiempo y el espacio, permitiendo que la acción corporal se sincronice con regularidades sonoras y promueva una mayor regulación motora y afectiva (Pacheco y Tosto, 2023; Thaut y Hoemberg, 2014).

La praxia, entendida como la capacidad para idear, planificar y ejecutar acciones en secuencia, es un prerrequisito clave para el juego simbólico, la escritura, la comunicación gestual y la organización de la conducta. Su desarrollo depende de la integración entre áreas sensoriomotoras, cerebelosas, frontoparietales y ganglios basales (Penhune, 2011; Ayres y Robbins, 2005).

Los criterios de derivación relevantes en este eje incluyen:

- Dificultades en la imitación de secuencias rítmicas o gestuales.
- Problemas para organizar el cuerpo en tareas dirigidas (por ejemplo, tocar un tambor, señalar, seguir una consigna motora).
- Fracaso en la ejecución de acciones intencionales que requieren orden y control postural.

La musicoterapia ofrece un espacio cuidado y regulado para favorecer el desarrollo de acoplamientos auditivo-motores, favoreciendo la emergencia de acciones planificadas y organizadas en torno a un marco rítmico compartido.

Las funciones ejecutivas (memoria de trabajo, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva y planificación) son prerrequisitos transversales al aprendizaje, el juego simbólico, la lectoescritura y la regulación emocional (Diamond, 2013). Niños y niñas con dificultades ejecutivas suelen presentar:

- Distracción ante estímulos irrelevantes.
- Impulsividad o dificultad para esperar turnos.
- Dificultad en la organización del comportamiento.

El marco musical, cuando se organiza y estructura, dada su cualidad predictiva, favorece el entrenamiento de estas funciones. Por ejemplo, detenerse al final de una frase musical implica inhibición, completar una secuencia rítmica requiere memoria de trabajo, e improvisar ante un cambio melódico implica flexibilidad y adaptación. Un aspecto importante es la observación del niño o niña con este tipo de desafíos en un contexto musical, que permita evaluar estas funciones de forma ecológica, sin exigir habilidades verbales ni evaluaciones formales que muchas veces no captan estos desajustes en la organización del cuerpo en el espacio.

La comunicación y el lenguaje requieren de múltiples prerrequisitos entre los que se encuentran: la atención sostenida, la toma de turnos, el control respiratorio, la discriminación auditiva, la organización prosódica y la capacidad simbólica. Niños y niñas que no logran establecer sincronía comunicativa básica suelen presentar:

- Inconsistente respuesta a la voz humana o a patrones melódicos.
- Dificultades en la toma de turnos vocales o motores.
- Falta de anticipación o de intención comunicativa.

La musicoterapia permite construir espacios donde la prosodia, el ritmo y la pausa se convierten en puentes comunicativos (Trevarthen, 2005). El niño o la niña puede participar, responder, imitar o esperar en un marco de contención rítmica y afectiva, promoviendo el desarrollo de la comunicación y el lenguaje en su dimensión expresiva, receptiva y pragmática.

La integración interdisciplinaria se enriquece cuando se reconocen las dimensiones temporales y espaciales como componentes transversales al desarrollo. Profesionales de fonoaudiología, psicología, kinesiología, psicomotricidad, terapia ocupacional, psicopedagogía y musicoterapia pueden construir abordajes sinérgicos cuando se trabaja sobre los prerrequisitos funcionales compartidos. Desde esta mirada, la musicoterapia no trabaja sobre habilidades musicales en sí mismas, sino sobre la organización neurofuncional del comportamiento en el tiempo y el espacio, activando sistemas sensoriomotores, emocionales y cognitivos de manera integrada. Para que los aportes de la musicoterapia se integren eficazmente en equipos de atención temprana, es necesario establecer criterios funcionales de derivación, basados en la observación del comportamiento del niño en contextos reales.

Mediante un análisis teórico-clínico integrativo, orientado a operacionalizar los criterios funcionales de derivación a musicoterapia en la primera infancia se elaboró la Tabla 2 (Figure 2). Para su construcción se revisó literatura proveniente de la neuropsicología del desarrollo (Diamond, 2013; Gazzaniga, 2014), la musicoterapia neurológica (Thaut y Hoemberg, 2014), y los modelos sensorio-motores y vinculares tempranos (Feldman, 2007; Trevarthen y Malloch, 2002). Se seleccionaron seis áreas del desarrollo: regulación sensorial y tónica, planeación motriz, funciones ejecutivas, comunicación y lenguaje emergente, integración multisensorial, y vínculo y sincronía interpersonal. Estas áreas representan núcleos funcionales transversales que sustentan la organización del comportamiento en el tiempo y el espacio. Además, coinciden con los dominios prioritarios de intervención en los equipos interdisciplinarios de atención temprana y con las dimensiones neurofuncionales activadas por la música descritas en la Tabla 1. En cada área se identificaron: a) indicadores clínicos de alteración, definidos a partir de observaciones conductuales frecuentes en contextos de desarrollo típico y atípico (); b) aportes de la musicoterapia que se formulan con base en estrategias clínico-musicales validadas por la evidencia en regulación motora, emocional y comunicativa (Särkämö et al, 2016; Thaut et al, 2014); y c) fundamentos neurofuncionales que refieren a los sistemas cerebrales predominantes implicados según la literatura en neurociencias de la música y del desarrollo (Chen et al, 2008; Koelsch, 2014).

Esta tabla no busca establecer correspondencias causales entre áreas y estructuras, sino ofrecer un mapa de observación clínica para la derivación, orientada a favorecer el diálogo entre profesionales y a optimizar la integración de la musicoterapia en equipos de atención temprana.

Tabla 2 *Criterios clínicos de derivación a musicoterapia en la primera infancia*

Área del desarrollo	Indicadores clínicos de alteración	Aportes de la musicoterapia	Fundamentos neurofuncionales
Regulación sensorial y tónica	Reacciones extremas ante sonidos, contacto o movimiento. Pobre modulación del tono postural. Irritabilidad ante cambios de entorno.	Estructura sensorial rítmica y predecible. Uso de sonido, balanceo y voz para modular el estado. Estímulos integradores que favorecen la autorregulación.	Circuitos subcorticales, sistema reticular, sistema vestibular, red de saliencia, sistema parasimpático (teoría polivagal).
Planeación motriz y secuencias de acción	Fallas en la imitación, ideación pobre, desorganización del gesto. Torpeza en secuencias corporales simples.	Secuencias sonoro-motrices estructuradas (inicios, repeticiones, finales). Juegos de acción-respuesta, ensayos de patrones motores rítmicos.	Lóbulo parietal, corteza premotora, cerebelo, ganglios basales, integración somatosensorial.
Funciones ejecutivas (inhibición, atención, flexibilidad)	Impulsividad, inatención, rigidez ante el cambio. Dificultad para sostener secuencias o respetar turnos.	Estímulos que entrenan control inhibitorio (pausa/acción), flexibilidad (cambios melódicos o dinámicos), y memoria de trabajo (repetición secuencial).	Corteza prefrontal dorsolateral, red ejecutiva frontoparietal, tálamo-corteza.
Comunicación y lenguaje emergente	Falta de intención comunicativa, vocalizaciones escasas, fallas en turnos interactivos, comprensión limitada de lo gestual.	Interacciones musicales que estructuran turnos, prosodia, intención comunicativa. Uso de la canción como organizador simbólico del lenguaje.	Áreas de Broca y Wernicke, sistema auditivo-motor, redes perisilvianas, conexión con áreas límbicas.
Integración multisensorial	Conductas caóticas ante estímulos múltiples, confusión postural, orientación visual pobre, fallas de registro corporal.	Experiencia multisensorial controlada e integrativa: sonido, tacto, movimiento, mirada. Sonido como organizador de inputs sensoriales.	Red somatosensorial, cerebelo, corteza parietal posterior, colículos superiores, integración tálamo-cortical.
Vínculo y sincronía interpersonal	Evita la mirada o el contacto. No responde a gestos ni a la voz del otro. Desfase en el juego o en la interacción conjunta.	Co-regulación a través del pulso, la voz, el gesto sonoro. Construcción de un "entre" musical con predictibilidad emocional.	Amígdala, corteza orbitofrontal, red de mentalización (mentalizing network asociada a la teoría de la mente), vías auditivo-visceral (prosodia-afiliación).

Nota. Elaboración propia.

Discusión

Este trabajo propone un pensamiento clínico basado en la integración de los conocimientos neurocientíficos para pensar la intervención musicoterapéutica en la primera infancia, centrado en la musicalidad como organizadora de la experiencia corporal, sensorial, temporal y vincular. Desde esta perspectiva, el objetivo terapéutico no se centra en el aprendizaje de habilidades musicales (que inevitablemente suceden desde este tipo de intervención), sino en el trabajo sobre aspectos neurofuncionales que se dan en el desarrollo temprano, dando sustancia a la emergencia de la comunicación, la atención, el control motor, la planificación y la participación social.

La musicalidad compartida (a través de la voz, el ritmo, el gesto y la espera) constituye un territorio clínico privilegiado en el que niños y niñas pueden experimentar regularidades temporales y espaciales, anticipar secuencias, ajustar sus conducta al otro y ensayar patrones de acción significativos. En contextos donde estas capacidades se encuentran comprometidas (como en niños y niñas con trastornos del desarrollo, dificultades de regulación o alteraciones motoras y/o sensoriales), la musicoterapia permite construir un entorno ecológicamente válido donde dichos prerrequisitos puedan ser reexperimentados de forma organizada para modelar y ajustar los comportamientos asociados a este tipo de experiencias con un otro.

El presente trabajo integra aportes de la neurociencia del desarrollo, la psicología del vínculo, la integración sensorial y las funciones ejecutivas. Desde este enfoque, la música configura una estructura temporal y espacial plausible de organizar la experiencia de la persona en el aquí y ahora. Es decir, que la música alberga un notable espacio de interacción donde es posible intervenir criteriosamente. Desde esta perspectiva, el sonido y el ritmo operan como vehículos privilegiados para la regulación sensorial, tónica y afectiva, al tiempo que la interacción musical se configura como un soporte fundamental para el desarrollo de la atención compartida, la imitación, la inhibición y la planificación motriz. Asimismo, el vínculo sonoro-afectivo se entiende como un contexto de emergencia para la intencionalidad comunicativa y los procesos de subjetivación.

Esta mirada se encuentra en resonancia con enfoques contemporáneos del desarrollo que destacan la centralidad del cuerpo, el entorno y la acción situada en la organización de la experiencia. Sin adoptar una afiliación teórica única, la propuesta dialoga con los principios de la cognición corporizada, los cuales sostienen que las funciones cognitivas no se desarrollan de manera aislada, sino que emergen desde la acción corporal, la percepción sensorial y la interacción dinámica con otros (Gallagher, 2006; Shapiro, 2019).

El paradigma de la cognición corporizada (*embodied cognition*) plantea que la mente no puede comprenderse separada del cuerpo ni del entorno en el que se desarrolla. Desde esta perspectiva, las funciones cognitivas —como la percepción, la atención o el lenguaje— emergen de la acción corporal y de la interacción sensorial situada (Gallagher, 2006; Shapiro, 2019). El cuerpo no es solo un ejecutor de órdenes mentales, sino una instancia organizadora de la experiencia y de la relación con el mundo.

Esta concepción resulta especialmente relevante en la primera infancia, donde los procesos cognitivos y afectivos se configuran en la intersección entre movimiento, percepción y vínculo. La musicalidad, en este sentido, puede entenderse como una forma privilegiada de *embodiment*, dado que integra ritmo, gesto, voz y temporalidad en una experiencia corporal compartida. La sincronización sonora y motriz, la anticipación rítmica y la regulación tónica son expresiones de una inteligencia encarnada que

organiza la comunicación y el sentido de sí (Stern, 2010; Trevarthen y Malloch, 2002).

En el campo de la musicoterapia, este enfoque permite trascender una lectura puramente simbólica o estética del fenómeno musical para situarlo como mediador neurofuncional entre cuerpo, emoción y cognición. La intervención clínica orientada por principios de *embodiment* busca favorecer la integración entre sistemas sensoriomotores, afectivos y cognitivos, promoviendo experiencias musicales que reactiven patrones de regulación y de sincronía interpersonal. Desde esta mirada, el trabajo con el ritmo, el timbre, la voz o el movimiento no constituye un fin expresivo en sí mismo, sino un modo de reorganizar las dinámicas corporales y temporales que sostienen la subjetividad y el desarrollo.

Desde esta lógica integradora, el proceso terapéutico no puede ser comprendido únicamente desde una perspectiva conductual, verbal o simbólica, sino que debe incluir lo corpóreo, lo implícito, lo secuencial y lo afectivo como dimensiones clave del trabajo clínico. La música, por su naturaleza multicanal, constituye una herramienta singular para incidir sobre estos planos, al ofrecer estructuras flexibles pero organizadas, donde el niño o niña puede ensayar y repetir experiencias que sostienen su organización funcional.

De esta manera, la intervención musicoterapéutica en la primera infancia; cuando está clínicamente orientada por principios neurofuncionales, entendiendo el desarrollo de forma multidimensional; permite operar sobre procesos fundamentales que muchas veces quedan por fuera de las intervenciones tradicionales. Esta aproximación requiere, no obstante, criterios clínicos claros, articulación con otros profesionales y una comprensión profunda del desarrollo, para evitar una visión estetizante o anecdótica de la práctica.

Conclusiones

Los aportes presentados a lo largo de este trabajo permiten sostener que la intervención musicoterapéutica puede constituir una herramienta notable para trabajar los prerrequisitos funcionales del desarrollo, especialmente en niños y niñas con dificultades en la regulación, la comunicación, el control motor y/o la integración sensorial.

El encuadre propuesto se centra en la musicalidad como un comportamiento integral que organiza la conducta de las personas en el tiempo y el espacio, permite la sincronización con los otros y habilita la construcción de significados compartidos. Desde esta perspectiva, la música no se presenta como una forma de entretenimiento o expresión artística, sino como una herramienta clínica profundamente enraizada en los procesos neurobiológicos y relacionales que sostienen el desarrollo.

A partir del trabajo propuesto, se destacan algunas implicancias clínicas clave. En primer lugar, la necesidad de detectar precozmente signos de desorganización en las dimensiones temporales, espaciales, sensoriales y vinculares de las niñas y los niños. Asimismo, la necesidad de contar con criterios de derivación basados en prerrequisitos funcionales, más allá del diagnóstico nosológico. La musicoterapia se integra interdisciplinariamente, aportando una mirada sensible, basada en evidencia, que complementa y enriquece los apoyos terapéuticos en un abordaje integral basado en la experiencia musical.

La posibilidad de comprender la intervención terapéutica desde marcos que integren la acción, la percepción, la emoción y el vínculo, tal como lo plantea el paradigma de la cognición corporizada, permitirá fortalecer los marcos clínicos de intervención, las incumbencias profesionales y la

profundización del trabajo interdisciplinario. Será necesario continuar profundizando en la investigación teórico-clínica y empírica sobre los efectos de la intervención musicoterapéutica en el desarrollo de estos prerrequisitos, así como avanzar en la construcción de herramientas de evaluación sensibles al cambio funcional desde una perspectiva ecológica y relacional. La articulación entre la práctica clínica, la investigación neurofuncional y el trabajo interdisciplinario será clave para seguir fortaleciendo el lugar de la musicoterapia en los abordajes del desarrollo infantil.

Referencias

Adolph, K. E., y Berger, S. E. (2015). Physical and motor development. En K. E. Adolph y S. E. Berger (Eds.), *Developmental science*. Psychology Press.

Ayres, A. J. (1972). *Sensory integration and learning disorders*. Western Psychological Services.

Ayres, A. J., y Robbins, J. (2005). *Sensory integration and the child: Understanding hidden sensory challenges*. Western psychological services.

Chen, J. L., Penhune, V. B., y Zatorre, R. J. (2008). Listening to Musical Rhythms Recruits Motor Regions of the Brain. *Cerebral Cortex*, 18(12), 2844-2854. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhn042>

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Español, S., Martínez, M., y Rodríguez, F. (2022). Moving and interacting in infancy and early childhood: An embodied, intersubjective, and multimodal approach to the interpersonal world. *Springer*. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-08923-7>

Feldman, R. (2007). Parent–infant synchrony and the construction of shared timing; physiological precursors, developmental outcomes, and risk conditions. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(3-4), 329-354. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01701.x>

Fox, S. E., Levitt, P., y Nelson, C. A. (2010). How the Timing and Quality of Early Experiences Influence the Development of Brain Architecture. *Child Development*, 81(1), 28-40. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01380.x>

Friston, K. (2010). The free-energy principle: a unified brain theory? *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 127-138. <https://doi.org/10.1038/nrn2787>

Gallagher, S. (2006). *How the body shapes the mind*. Clarendon press.

Gazzaniga, M. S. (2014). *Handbook of cognitive neuroscience*. Springer.

Gervain, J., Macagno, F., Cogoi, S., Peña, M., y Mehler, J. (2008). The neonate brain detects speech structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(37), 14222-14227. <https://doi.org/10.1073/pnas.0806530105>

Goswami, U. (2011). A temporal sampling framework for developmental dyslexia. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(1), 3-10. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2010.10.001>

Grahn, J. A., y Brett, M. (2007). Rhythm and Beat Perception in Motor Areas of the Brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19(5), 893-906. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.893>

Habib, M., Lardy, C., Desiles, T., Commeiras, C., Chobert, J., y Besson, M. (2016). Music and Dyslexia: A New Musical Training Method to Improve Reading and Related Disorders. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00026>

Hadders-Algra, M. (2010). Variation and Variability: Key Words in Human Motor Development. *Physical Therapy*, 90(12), 1823-1837. <https://doi.org/10.2522/ptj.20100006>

- Iverson, J. M. (2010). Developing language in a developing body: the relationship between motor development and language development. *Journal of Child Language*, 37(2), 229-261. <https://doi.org/10.1017/s0305000909990432>
- Janata, P. (2009). Music and the self. En R. Haas y V. Brandes (Eds.), *Music that works*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-211-75121-3_8
- Janata, P., y Grafton, S. T. (2003). Swinging in the brain: shared neural substrates for behaviors related to sequencing and music. *Nature Neuroscience*, 6(7), 682-687. <https://doi.org/10.1038/nm1081>
- Koelsch, S. (2005). Neural substrates of processing syntax and semantics in music. *Current Opinion in Neurobiology*, 15(2), 207-212. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.005>
- Koelsch, S. (2014). Brain correlates of music-evoked emotions. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(3), 170-180. <https://doi.org/10.1038/nrn3666>
- Menon, V., y Uddin, L. Q. (2010). Saliency, switching, attention and control: a network model of insula function. *Brain Structure and Function*, 214(5-6), 655-667. <https://doi.org/10.1007/s00429-010-0262-0>
- Pacheco, M., y Tosto, V. (2023). *La sincronización sensorio-motora como recurso musicoterapéutico para la regulación sensorial de niños y niñas en el espectro del autismo: Revisión de la literatura reciente [Ponencia]*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/159466>
- Patel, A. D. (2003). Language, music, syntax and the brain. *Nature Neuroscience*, 6(7), 674-681. <https://doi.org/10.1038/nm1082>
- Patel, A. D. (2011). Why would Musical Training Benefit the Neural Encoding of Speech? The OPERA Hypothesis. *Frontiers in Psychology*, 2. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00142>
- Penhune, V. B. (2011). Sensitive periods in human development: Evidence from musical training. *Cortex*, 47(9), 1126-1137. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.05.010>
- Peretz, I., y Coltheart, M. (2003). Modularity of music processing. *Nature Neuroscience*, 6(7), 688-691. <https://doi.org/10.1038/nm1083>
- Phillips-Silver, J., y Keller, P. E. (2012). Searching for Roots of Entrainment and Joint Action in Early Musical Interactions. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00026>
- Porges, S. W. (2011). *La teoría polivagal: fundamentos neurofisiológicos de las emociones, el apego, la comunicación y la autorregulación*. WW Norton and Company.
- Shapiro, L. (2019). *Embodied cognition*. Routledge/Taylor and Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9781315180380>
- Shifres, F. (2008). Música, transmodalidad e intersubjetividad. *Studies in Psychology: Estudios de Psicología*, 29(1), 7-30. <https://doi.org/10.1174/021093908783781347>
- Shoemark, H., y Grocke, D. (2010). The Markers of Interplay Between the Music Therapist and the High Risk Full Term Infant. *Journal of Music Therapy*, 47(4), 306-334. <https://doi.org/10.1093/jmt/47.4.306>

Shonkoff, J. P., y Phillips, D. A. (2000). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9824>

Stern, D. N. (2010). *Forms of vitality: Exploring dynamic experience in psychology, the arts, psychotherapy, and development*. Oxford University Press.
<https://doi.org/doi/10.1093/med:psych/9780199586066.001.0001>

Särkämö, T., Altenmüller, E., Rodríguez-Fornells, A., y Peretz, I. (2016). Editorial: Music, brain, and rehabilitation: Emerging therapeutic applications and potential neural mechanisms. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 103-103. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00103>

Tallal, P. (2004). Improving language and literacy is a matter of time. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(9), 721-728. <https://doi.org/10.1038/nrn1499>

Thaut, M. H., y Hoemberg, V. (2014). *Handbook of Neurologic Music Therapy*. Oxford University Press.

Thaut, M., Trimarchi, P., y Parsons, L. (2014). Human brain basis of musical rhythm perception: Common and distinct neural substrates for meter, tempo, and pattern. *Brain Sciences*, 4(2), 428-452. <https://doi.org/10.3390/brainsci4020428>

Thelen, E., y Smith, L. B. (1994). *A dynamic systems approach to the development of cognition and action*. The MIT Press.

Tierney, A., y Kraus, N. (2013). Music training for the development of reading skills. *Progress in Brain Research*, 207, 209-241. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63327-9.00008-4>

Trehub, S., y Trainor, L. J. (1998). Singing to infants: Lullabies and play songs. *Advances in Infancy Research*, 12, 43-77.

Trevarthen, C. (2005). First things first: infants make good use of the sympathetic rhythm of imitation, without reason or language. *Journal of Child Psychotherapy*, 31(1), 91-113. <https://doi.org/10.1080/00754170500079651>

Trevarthen, C., y Malloch, S. (2002). Musicality and music before three: Human vitality and invention shared with pride. *Zero to Three*, 23(1), 10-18.

Trost, W., Ethofer, T., Zentner, M., y Vuilleumier, P. (2012). Mapping Aesthetic Musical Emotions in the Brain. *Cerebral Cortex*, 22(12), 2769-2783. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhr353>

Van Puyvelde, M., Vanfleteren, P., Loots, G., Deschuyffeleer, S., Vinck, B., Jacquet, W., y Verhelst, W. (2010). Tonal synchrony in mother–infant interaction based on harmonic and pentatonic series. *Infant Behavior and Development*, 33(4), 387-400. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2010.04.003>

Vuust, P., Ostergaard, L., Pallesen, K. J., Bailey, C., y Roepstorff, A. (2009). Predictive coding of music – Brain responses to rhythmic incongruity. *Cortex*, 45(1), 80-92. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2008.05.014>

Winkler, I., Háden, G. P., Ladinig, O., Sziller, I., y Honing, H. (2009). Newborn infants detect the beat in music. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(7), 2468-2471. <https://doi.org/10.1073/pnas.0809035106>

Zatorre, R. J., Belin, P., y Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends in Cognitive Sciences*, 6(1), 37-46. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01816-7](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01816-7)

Zatorre, R. J., Chen, J. L., y Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: auditory–motor interactions in music perception and production. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(7), 547-558. <https://doi.org/10.1038/nrn2152>

Zatorre, R. J., y Salimpoor, V. N. (2013). From perception to pleasure: Music and its neural substrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 10430-10437. <https://doi.org/10.1073/pnas.1301228110>

Zelazo, P. D. (2015). Executive function: Reflection, iterative reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, 38, 55-68. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2015.07.001>