

COLABORACIONES

¿Tienen los músicos cerebros diferentes?

Do Musicians Have a Different Brains?

Lauren Stewart.

Traducción al español por el Dr. Raúl Ibarra O.



Dra. Laurent Stewart¹⁴
Directora de la Maestría en Música
l.stewart@gold.ac.uk



Dr. Raúl Ibarra Ovando.¹⁵
willshak5280@yahoo.com.mx



Publicación original:

Medicine, Music and the Mind. Clinical Medicine, vol. 8, No. 3, June 2008. 304 – 308.

(El artículo original incluye un Abstract y 31 Referencias Bibliográficas)

Traducción al español: Dr. Raúl Ibarra Ovando

I.- Introducción:

En un museo de Salsburgo cuelga un dibujo de 2 oídos, con fecha del siglo XVI. El de la izquierda pertenece a uno de los músicos más eminentes de la historia, y el de la derecha es de un sujeto "ordinario". Las anotaciones de la exhibición no revelan si es que los escolásticos de aquella época hicieron algo sobre del lóbulo más largo o en la mayor curvatura gradual del oído de la izquierda, pero no es difícil ver al dibujo como un intento por esclarecer sobre la base de las prodigiosas habilidades de Mozart. El papel del cerebro en los procesos mentales fue establecido en el siglo XIX, después de lo cual los orígenes de los "talentos", incluyendo la música, se buscaron en la corteza. Auerbach examinó los cerebros post mortem de varios músicos notables y observó peculiaridades en las áreas temporal y parietal que se supuso fueran responsables de las habilidades musicales superiores de esos individuos. En la ausencia de rigurosos métodos estadísticos, sin embargo, era imposible determinar si es que esas variaciones fueran otras que diferencias individuales en la configuración cerebral. El desarrollo de técnicas modernas tales como la resonancia magnética ha hecho posible obtener imágenes tridimensionales de alta resolución del cerebro viviente. Enfoques estadísticos ahora permiten la cuantificación precisa de los diferentes aspectos de la estructura cerebral, haciendo posible determinar si es que grupos de individuos con habilidades especiales presentan especializaciones anatómicas.

Estos avances técnicos se han acompañado de una revolución en la comprensión de la capacidad del cerebro para cambiar como respuesta a la experiencia. Hace solo unas cuantas décadas, el cerebro

¹⁴ Licenciada en Psicología, Magister en Ciencias, Doctora en Filosofía. Actualmente se desempeña como Directora de la Maestría en Música, Mente y Cerebro de la Universidad de Londres, Reino Unido. La Doctora investiga la arquitectura cognitiva de la música, y su relación con otros ámbitos, como el lenguaje y la cognición espacial. Ella también está interesada en la adquisición de la alfabetización musical desde la perspectiva de los músicos como un modelo de neuroplasticidad.

¹⁵ Médico General y Homeópata por la Universidad Nacional Autónoma de México. El Doctor Ibarra realiza investigación médica sobre el deporte del tenis, así como la influencia de la música en el desarrollo cognitivo.



maduro se consideraba amarrado fuertemente con alambres e inmutable, pero estudios animales y humanos han ahora demostrado capacidad considerable para re-organizarse después de una desconexión o un derrame; enriquecimiento o aprendizaje ambiental. La reconceptualización del cerebro como un sistema maleable nos obliga a considerar la dirección de causalidad en casos en que los hechos anatómicos están ligados a la posesión de dotes musicales, artísticos o intelectuales. Mientras que estos hechos pudieron haber sido considerados determinados como innatos, la evidencia de la plasticidad del cerebro nos invita ahora a un enfoque alternativo. El siguiente artículo resume las especializaciones estructurales y funcionales que los músicos presentan, and muestra evidencia para sugerir que son el resultado, más que la causa, de la adquisición de habilidades.

II.- Mapas Motores y Somatosensoriales Alterados en los Músicos:

Un tecladista profesional puede producir hasta 1,8000 notas por minuto, con una precisión en el espacio y tiempo que es inigualable en ninguna otra esfera del comportamiento humano. Esta experiencia en el control fino de los dedos tiene una correlación en el cerebro. Un estudio morfométrico demostró que la longitud intraesquelética (intrasquelética) del gyrus precentral, un marcador cortical del área motora de la mano, es más larga en tecladistas en comparación con controles no - músicos. Aunque es posible suponer que los individuos nacidos con mayor tamaño en esa área tendrán mayor aptitud para tocar un teclado en comparación con aquellos en quienes el tamaño de dicha área es menor; la asociación entre dicha área y la edad en la cual se inició el entrenamiento sugiere que las diferencias anatómicas en la corteza motora son el resultado, no la causa del aprendizaje. Al explorar las diferencias en las demandas motoras requeridas para diferentes instrumentos, es posible explorar posteriormente las relaciones entre la anatomía y la experiencia. En intérpretes de cuerdas, por ejemplo, existe una asimetría entre las dos manos en los requerimientos para el control fino de los dedos, en la cual la mano izquierda (corteza motora derecha) realiza los movimientos rápidos de los dedos y la mano derecha (corteza motora izquierda) realizando el movimiento del arco. En los pianistas, existe una división más pareja del trabajo, con el control fino de los dedos requerido por ambas manos.

Un estudio reciente comparó la anatomía de la corteza motora entre los tecladistas, intérpretes de cuerdas y no - músicos. El signo omega invertido o " pulgar de la mano " del gyrus precentral es un hecho anatómico grueso que se asocia con la representación de los movimientos de los dedos. Su prominencia puede variar desde estar escasamente presente, a claramente visible, a veces al grado que puede encontrarse una doble omega. Puesto que un aumento en el volumen cortical resulta en mayores pliegues en el gyrus, la extensión de la prominencia puede utilizarse como un índice indirecto del volumen de esta área motora de la mano. Basado en los resultados de promedios que evaluaron las imágenes estructurales de resonancias magnéticas de tecladistas, intérpretes de cuerdas y no - músicos, se encontró que los músicos tienen una configuración más prominente en el signo de la omega que los no - músicos. En tanto que los ejecutantes de cuerdas mostraron mayor prominencia del signo de la omega en el hemisferio derecho, consistente con el control fino de los dedos que se requiere en la mano izquierda, los tecladistas mostraron mayor prominencia en el hemisferio izquierdo.

Mientras que pudiera esperarse una prominencia bilateral en el grupo de tecladistas, los autores señalan que la mano derecha frecuentemente está más involucrada en los movimientos rápidos de los dedos, que la izquierda, la cual frecuentemente tiene un papel de acompañante.

Las diferencias específicas en la anatomía del instrumento parecerían proporcionar mayor soporte al punto de vista de las especializaciones anatómicas en los músicos dependen del uso. El punto de vista alterno, de que las diferencias innatas específicas en la anatomía cortical determinan la elección del instrumento, parece poco probable en base a los hallazgos que enfatizan el papel significativo de los factores ambientales en esta decisión.

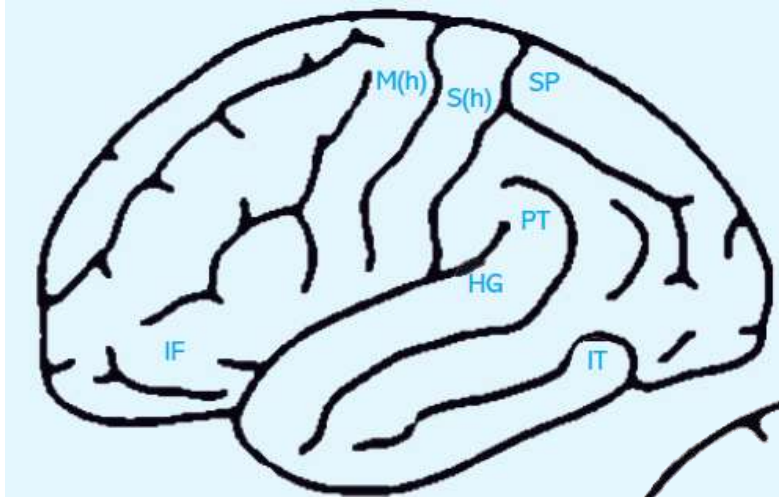


Figura 1. Representación esquemática de las regiones de especialización en el cerebro de los músicos. CC = Corpus callosum, HG = Gyrus de Heschl (sitio de la corteza auditiva primaria), IF = corteza frontal inferior, IT = Corteza temporal inferior, M(h) = Área de la mano en la corteza frontal, PT = Planum temporale, S(h) = Área de la mano en la corteza somatosensorial, SP = Corteza parietal superior .



Las representaciones expandidas que se observan en el sistema motor de los músicos son paralelas con los cambios en el sistema somatosensorial. Se ha demostrado que la estimulación de los dedos de la mano izquierda (digitación) de los intérpretes de cuerdas produce un aumento somatosensorial en la respuesta evocada que se correlaciona con la edad a la cual se inicia el entrenamiento. La respuesta evocada de la mano derecha (no – digitación) no fue diferente entre interpretes de cuerdas y no – músicos, sugiriendo que la representación cortical expandida resulta del aumento en el impulso aferente recibido por la mano encargada de la digitación. La evidencia correspondiente al significado funcional semejante de las respuestas somatosensoriales aumentadas proviene de un estudio en el cual se encontró que los pianistas tienen una mayor sensibilidad táctil en ambas manos en comparación con controles no- músicos, correlacionándose con la duración de la práctica diaria. La especificidad del efector y la relación entre el tamaño del efecto y la historia de los aspectos del entrenamiento en esos 2 estudios soportan un punto de vista dependiente del uso de esas especializaciones. Ambos paradigmas llevarían a estudios longitudinales, mediante los cuales pueden medirse las respuestas evocadas y la sensibilidad táctil durante el curso del aprendizaje. Las diferencias conductuales y neurofisiológicas emergentes serían evidencia irrefutable para el papel causal del aprendizaje y tal enfoque también esclarecería en el tiempo que tardan estos cambios.

III.- Mayor Procesamiento Interhemisférico en los Músicos:

El control fino de los dedos es de crítica importancia para el desempeño de la habilidad musical, pero de igual significado es la habilidad para coordinar el procesamiento sensoriomotor a través de los efectores – no solo las manos, pero a veces los músculos de los pies, labios y respiratorios. La coordinación entre las manos es el caso más simple de coordinación sensoriomotora, requiriendo transmisión neural extensa entre ambos hemisferios cerebrales. La evidencia a partir de estudios morfométricos sugiere que las conexiones interhemisféricas están aumentadas en los músicos. Se encontró que los músicos profesionales que comenzaron su entrenamiento antes de los 7 años de edad tenían una porción anterior del cuerpo calloso más larga en comparación con los



controles no – músicos. En tanto sugestivos de un aumento en la comunicación interhemisférica, las diferencias estructurales por si solas no dicen nada acerca del papel funcional de estas diferencias anatómicas. Un estudio de estimulación magnética transcranial investigó la comunicación interhemisférica en músicos y en no - músicos, el cual implica el envío de un pulso magnético al cerebro a través de una espiral coloca sobre del cuero cabelludo. El campo eléctrico inducido despolariza las neuronas subyacentes a la espiral, en la superficie de la corteza. Al aplicarse sobre el área de la mano en la corteza motora primaria, permite la contracción muscular en la mano contralateral que puede medirse mediante electrodos superficiales aplicados al primer músculo dorsal interóseo.

Cuando se da un pulso “ condicionante ” sobre el área motora ipsilateral antes de dar el pulso “ de prueba ”, la contracción muscular es de menor amplitud, debido a la activación de los circuitos inhibidores entre las áreas motoras de la mano de cada hemisferio. Se sabe que esta inhibición interhemisférica tiene un importante papel en el control motor, por ejemplo, al prevenir movimientos en espejo y permitir a los efectores que operen independientemente uno del otro. Sin embargo, los músicos mostraron menor inhibición interhemisférica, puesto que el pulso condicionante fue menos efectivo para reducir la amplitud de la contracción muscular como respuesta al pulso de prueba, en comparación con los controles de los no - músicos.

A primera vista esto pudiera parecer contra – intuitivo puesto que la habilidad para controlar independientemente ambas manos, es un hecho definitivo de la habilidad pianística. Sin embargo, el papel de la inhibición interhemisférica puede depender del nivel de experiencia. El pianista principiante pudiera experimentar movimientos involuntarios en espejo cuando ambas manos tocan juntas, pero una vez que se logra la independencia de movimiento, hay una necesidad obvia para la coordinación en la ejecución de estos programas motores por separado. Los ejecutantes expertos pudieran ser capaces de acomodar y beneficiarse de los efectos de la inhibición interhemisférica reducida entre sus áreas motoras de las manos porque ya han logrado el control automático e independiente de ellas.

IV.- Diferencias en el Procesamiento Auditivo en los Músicos:

El procesamiento sensoriomotor en los músicos favorece un objetivo por encima de la meta : el de producir sonido. Los músicos están intensamente adaptados a los sonidos que producen, utilizando un sistema de información – hacia delante (feed – forward) con objeto de filtrar y modular los sonidos producidos hasta que lo que oyen corresponde con un modelo interno del sonido deseado. Los músicos han demostrado tener más sustancia gris que los no – músicos en el gyrus medial anterior de Heschl (HG), correspondiente a la corteza auditiva primaria. Un subgrupo de músicos que poseen el tono absoluto, o sea, la habilidad para identificar tonos por su nombre, en ausencia de un tono de referencia tienen diferencias posteriores en el planum temporale, que es un área de asociación auditiva. Dos estudios sugieren que los que poseen dicho tono absoluto muestran una mayor asimetría hacia la izquierda de la normal en esa región, producida por una reducción en el volumen cortical en el hemisferio derecho, en contraposición a un mayor volumen en el izquierdo. A nivel funcional, se ha encontrado diferencias específicas de los músicos en los componentes tempranos y tardíos de la respuesta auditoria evocada, siguiendo la presentación de tonos puros y complejos respectivamente. El último componente es influenciado por la relevancia conductual de las propiedades espectrales de los tonos. Cuando los violinistas escuchan tonos de violín, muestran una respuesta aumentada relativa a cuando escuchan tonos de trompetas, mientras que sucede lo contrario con los trompetistas. Por un lado, este efecto pudiera haber surgido por haber tenido mayor experiencia con los rasgos espectrales de su propio instrumento. También es posible, sin embargo, que el aumento en la capacidad surge de un esfuerzo para producir o modular las características del timbre de su instrumento.



El acoplamiento obligatorio entre el sonido y la acción en el desempeño musical es bien conocido entre los músicos. Los cantantes que necesitan descansar sus voces antes de una audición reciben instrucciones de no escuchar música, con objeto de evitar el estiramiento de su voz a través de la sub – vocalización automática (Collyer, comunicación personal, 2007). Dos estudios de resonancia magnética funcional compararon la activación cuando los músicos escucharon una pieza de música sin tocarla, en comparación a cuando ejecutaron una pieza musical sin retro – alimentación auditiva. Ambos estudios mostraron áreas de sobreposición entre las 2 condiciones, incluyendo la corteza premotora, el área motora suplementaria y el planum temporale. Un estudio de magnetoencefalografía mostró que únicamente escuchar música que estaba dentro del repertorio del escuchante produjo una respuesta de la corteza motora primaria. Aún más, se observó una disociación en la respuesta evocada entre aquellas notas que habían sido tocadas por el pulgar y el dedo meñique. Igualmente, cuando los pianistas escucharon una pieza de piano que habían practicado, presentaron una mayor excitabilidad de la corteza motora, que cuando escucharon una pieza de flauta la cual no habían practicado. La demostración de que la percepción y la acción pueden estar cercanamente acopladas a través de la ejecución musical abre las posibilidades de utilizar la música para influir en la acción, por ejemplo, al promover la recuperación del funcionamiento motor después de una embolia.

V.- Procesamiento Visual - Espacial en los Músicos:

Los músicos pueden confiar seguramente en un sonido para iniciar una acción, pero a la mayoría de ellos también se les pide que traduzcan rápida y continuamente entre los símbolos visuo – espaciales y sus acciones correspondientes, con una precisión y fluidez que les permita estar a tiempo con su ritmo pre determinado, o con la batuta del director. Los aspectos de la secuencia en la lectura musical parece tener una correlación en la corteza frontal inferior izquierda . Dos grupos reportaron un aumento en la substancia gris de esta área, y uno de ellos mostró adicionalmente que los músicos, pero no los no – músicos, activaron esta área al ejecutar una tarea de secuencia no – musical. Las diferencias específicas de los músicos también se han encontrado en las circunvoluciones de la corteza parietal superior y temporal inferior, que se piensa que reflejan las adaptaciones a diferentes aspectos del proceso de lectura musical. La notación musical consiste de información espacial y de hechos, que expresan el “ que ” y el “ cuando ” de la respuesta musical. Un estudio longitudinal de resonancia magnética, en el cual a adultos que se iniciaban en la música se les enseñó a leer música y tocar el piano durante 3 meses, mostraron cambios funcionales diferentes, asociados con el aprendizaje de cada uno de estos aspectos de la notación musical. Cuando se les solicitó a los participantes que le leyeran la partitura para encontrar únicamente el tono (pitch) solo, se encontraron cambios relacionados con el aprendizaje en la corteza temporal. Aunque la experiencia de leer música es algo integrado, estos hallazgos demuestran que los diferentes aspectos de la notación musical son, por lo menos inicialmente, se relacionan con diferentes regiones del cerebro, antes de que estos productos se combinen para producir una respuesta que se unifica en tiempo y espacio.

VI.- Los Músicos Como Modelos :

Los músicos entrenados proporcionan una oportunidad de estudiar la plasticidad estructural y funcional asociada con la adquisición de un número de sub – habilidades sensoriales, motoras y cognitivas, pero también brindan la oportunidad de hacer preguntas más genéricas en relación con el aprendizaje y la plasticidad. Una de ellas se relaciona con el papel de los periodos sensibles en el aprendizaje. ¿ Tiene el aprendizaje temprano un impacto más profundo en el desarrollo de habilidades en comparación con el aprendizaje tardío ? . Varios estudios han demostrado que correlaciones entre las diferencias cerebrales y la edad a la que se inicia el entrenamiento, pero en la mayoría de los casos, los individuos que inician su entrenamiento tempranamente también han estado tocando por más tiempo, haciendo imposible diferenciar el papel de la duración del entrenamiento de la etapa a la



cual este se inició. Sin embargo, un estudio reciente, comparo a músicos entrenados tempranamente (antes de los 7 años de edad) con aquellos entrenados tardíamente (después de los 7 años de edad) en la ejecución de una nueva secuencia rítmica compleja. Los primeros mostraron un aumento en el rendimiento, en comparación con los segundos, aunque la duración del entrenamiento fue la misma para ambos grupos. Una interpretación de esto es que el entrenamiento temprano puede coincidir más cercanamente con cambios estructurales relevantes en el cerebro, en comparación con el entrenamiento tardío. Este punto de vista se apoya en un estudio que utilizó imágenes de difusión con tensor (difusión tensor Imaging), una forma de resonancia magnética estructural que se optimiza para evaluar la integridad de las vías de la sustancia blanca. Este estudio utilizó datos biográficos de un grupo de pianistas en relación al tiempo estimado de práctica durante la infancia, adolescencia y edad adulta. Cuando estos datos se correlacionaron contra la organización de la sustancia blanca, diferentes áreas del cerebro se asociaron con la práctica durante los diferentes periodos de entrenamiento. La práctica en la infancia se asoció con la integridad estructural en la cápsula interna y el cuerpo calloso, en tanto que la práctica durante la adolescencia se asoció con la organización estructural del cuerpo calloso y el splenium. El hecho de que el entrenamiento interactúa con el tiempo de maduración de los trayectos de las fibras individuales, soporta la idea de los periodos sensibles, a través del cual la adquisición de ciertas habilidades se facilita durante ciertos periodos del desarrollo. Un punto de vista es que el aprendizaje durante los periodos sensibles no solo afecta el desarrollo de esa habilidad en particular en ese tiempo en particular, pero también puede determinar como responde el cerebro a las futuras experiencias del aprendizaje. Esta así llamada " meta - plasticidad " (" aprendiendo a aprender ") ha sido encontrada en 2 estudios recientes con músicos entrenados tempranamente. Los músicos mostraron mayor desarrollo en la precisión táctil, después de la estimulación en la punta de los dedos y cambios exagerados en la excitabilidad de la corteza motriz, después de estimulación magnética transcranial. La experiencia intensiva durante un periodo de desarrollo neuronal exuberante no solo afina los circuitos cerebrales para los requerimientos de procesamiento inmediato, pero parece abarcar a los circuitos cerebrales con la capacidad de adaptarse cuando se les presentan nuevas experiencias, bastante tiempo después de que el periodo de sensibilización ha terminado.

VII.- Conclusiones:

En los 400 años desde que se hizo el dibujo del oído de Mozart, ha habido un cambio gigantesco en la forma en la que pensamos acerca de los orígenes de las habilidades especiales. El punto que surge colocan al entrenamiento y a la práctica en el centro del escenario, al grado de que los músicos son ahora campeones como modelos por excelencia para entender la reorganización - dependiente del uso - en el cerebro humano. Es claro que nos hemos colocado mas allá de la pregunta, ¿ son diferentes los cerebros de los músicos ?, para preguntarnos actualmente como es que esas diferencias pueden esclarecer las relaciones entre la experiencia y el funcionamiento cerebral. Un objetivo a futuro sería el desarrollar marcos teóricos dentro de los cuales los músicos puedan ser considerados al lado de otros grupos de individuos ocupacionalmente especializados o privados de algunos sentidos. Al comparar y contrastar los efectos de los diferentes parámetros de la experiencia en el funcionamiento cerebral, será posible trascender las obligaciones situacionales de cualquier grupo y aclarar los principios generales del aprendizaje y plasticidad que pudieran encontrar aplicación en las preguntas de relevancia educativa y clínica.