

**Mejoramiento Técnico del “Agarre” del Arco: Aplicación de la Teoría del “Estudio Inconsciente” en la Prensión del Arco en los Cordófonos Frotados**

**Technical Improvement of the “Grip” of the Bow: Application of the Theory of “Unconscious Study” in the holding of the Bow in this type of Cordophones**

**Juan Sebastián Forero Jaramillo**

**Resumen**

El objetivo de esta investigación de tipo empírico es descubrir si existe algún cambio técnico significativo tras la aplicación de un “estudio inconsciente” en diferentes sujetos de estudio, y así ver si se logran también cambios positivos en la relajación, la firmeza, el aprendizaje y la proyección del sonido en cada individuo. El estudio tradicional del violonchelo plantea que la única forma de encontrar la calidad de sonido, en cuanto compete al arco, es mediante la práctica constante de cuerdas al aire, lo que sin un adecuado conocimiento de la prensión, coloquialmente conocido como “agarre”, puede generar gran cantidad de tensiones. Esta investigación trata sobre la aplicación de un estudio alternativo para buscar si existe alguna mejoría en el aprendizaje de la prensión. Nuestra propuesta consiste en entregar a cada uno de los sujetos de prueba una nuez con 15cm de vara, pieza que seguiremos llamando ‘talón’ a partir de ahora, para realizar ejercicios inconscientes, es decir, sin fijar la atención en ello. Para esto, se realizó la entrega de talones a 23 personas. La medición se hizo en dos etapas: mediante un medidor del sonido en decibeles y grabación de cuerdas al aire para estudio posterior mediante el programa LogicPro X.

**Palabras clave:** Pedagogía del Arco; Estudio Inconsciente, Violonchelo, Talón del Arco.

## **Abstract**

The aim of this empiric research is to discover if there is a significant technical achievement after applying an “unconscious practice” bow holding by study subjects (volunteer participants), and therefore conclude if there are also changes in the relaxation, firmness, the learning process and the sound projection of each individual. The traditional practice of the cello states that the only way to find tone quality, in what concerns to the bow, is by a constant practice of open strings, which could generate large amounts of tensions if there is not an adequate knowledge of the correct/right pressure and position that the right hand should acquire. This research is then about the application of this alternative practice to see if there exists any improvement in learning about the bow grip. Our proposal consist in handing each one of the test subjects a 15 cm long bow frog –named “frog” from now on- to perform unconscious exercises, that is to say, without the need of putting attention into them. 23 people were handed a frog, and their sound production was first measured by a decibels’ measurer and later by recording each individual’s open strings bowing for a further study through the program ‘LogicPro X’.

**Key Words:** Bow’s Pedagogy; Unconscious Study; Cello; Bow Heel.

## Introducción

El estudio inconsciente es la aplicación de técnicas de estudio que no necesitan fina concentración y que se pueden realizar durante períodos intermedios de la rutina del estudiante, tales como el transportarse, el entretenerse en ver televisión o cine o en leer. Este estudio se puede entonces aplicar en cualquier momento del día sin preocupación al respecto. El objetivo es comprobar si el estudio inconsciente puede mejorar el desarrollo de la técnica en un buen número de aspirantes a violonchelistas, violistas y violinistas. Se pretende analizar qué tipo de resultados arroja la investigación en aspectos como el cambio de percepción de la presión en cada uno de los individuos y si el sonido mejora.

Según la pedagogía tradicional, el estudio del sonido requiere gran cantidad de horas de práctica; la búsqueda de métodos pedagógicos más eficaces, como lo plantea Hemsy De Gainza (2004) en su texto “La Educación Musical en el Siglo XX”, es fundamental en la enseñanza actual; ese proceso de cambios pedagógicos se inició a partir de 1930. Es necesario implementar nuevas técnicas de aprendizaje que sean igualmente o más eficientes que las técnicas tradicionales o que, de algún modo, apoyen el mejoramiento de la posición o “postura”, para prevenir problemas musculares.

La postura es parte fundamental en el aprendizaje de todo tipo de instrumento. Tras mi experiencia como violonchelista, he evaluado que existen dos relaciones primordiales en el estudio del instrumento de cuerdas frotadas, que son: relación instrumento-cuerpo y relación arco-mano derecha. Podemos afirmar que, sin una buena presión de la base del arco, pueden transmitirse tensiones a través de la mano derecha.

El problema de las tensiones corporales es un campo de estudio bastante amplio y, para comenzar, citemos parte del texto de Viaño, Díaz y Martínez para comprender mejor la relación entre posición y problemas de salud:

La interpretación musical (sic) se puede definir como una actividad física realizada en interacción con un instrumento musical que exige, en especial de los miembros superiores, movimientos ejecutados con un gran nivel de habilidad y precisión, además de un importante control postural que dé apoyo a dichos movimientos y, si es el caso, al instrumento musical; paralelamente, el gran volumen de ensayo e interpretación musical (sic) que suele ser necesario para lograr los altos niveles de perfeccionamiento y

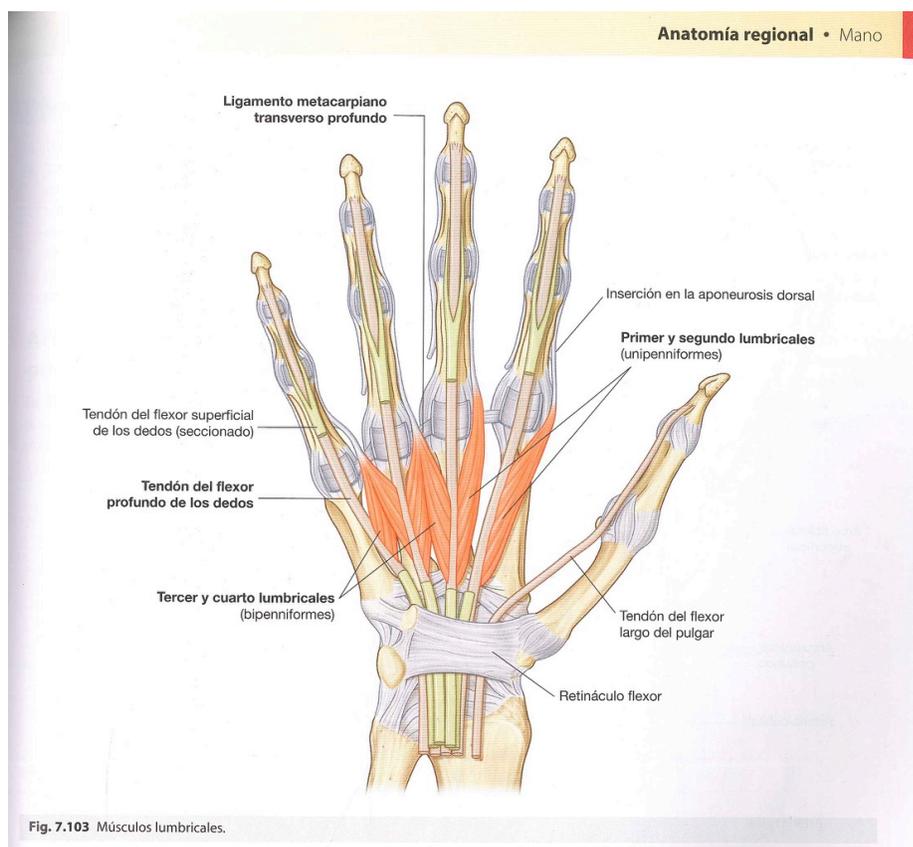
rendimiento, convierten estos movimientos en altamente repetitivos y, en conjunto, representan una importante carga física soportada por los diferentes sistemas corporales implicados. Este conjunto de exigencias en músicos puede contribuir, al igual que en cualquier otra profesión, al desarrollo de problemas de salud (2010, p. 89).

Para contrarrestar deficiencias en la posición, es necesario tener una técnica precisa y relajada; uno de los puntos importantes de esta investigación es generar un ahorro considerable de energía. Vázquez, en su trabajo “La música en las manos” (2000, 61), expone la importancia de este ahorro que, sin buen trabajo, puede generar fatigas, dolores y hasta parálisis en la musculatura.

Para entender mejor la anatomía de la mano, se traen las imágenes expuestas por Drake, Volg y Mitchell (2007), donde se ve claramente cada una de las partes:

## Figura 1

*Fig 7.103 musculos lumbricales Pag 723*

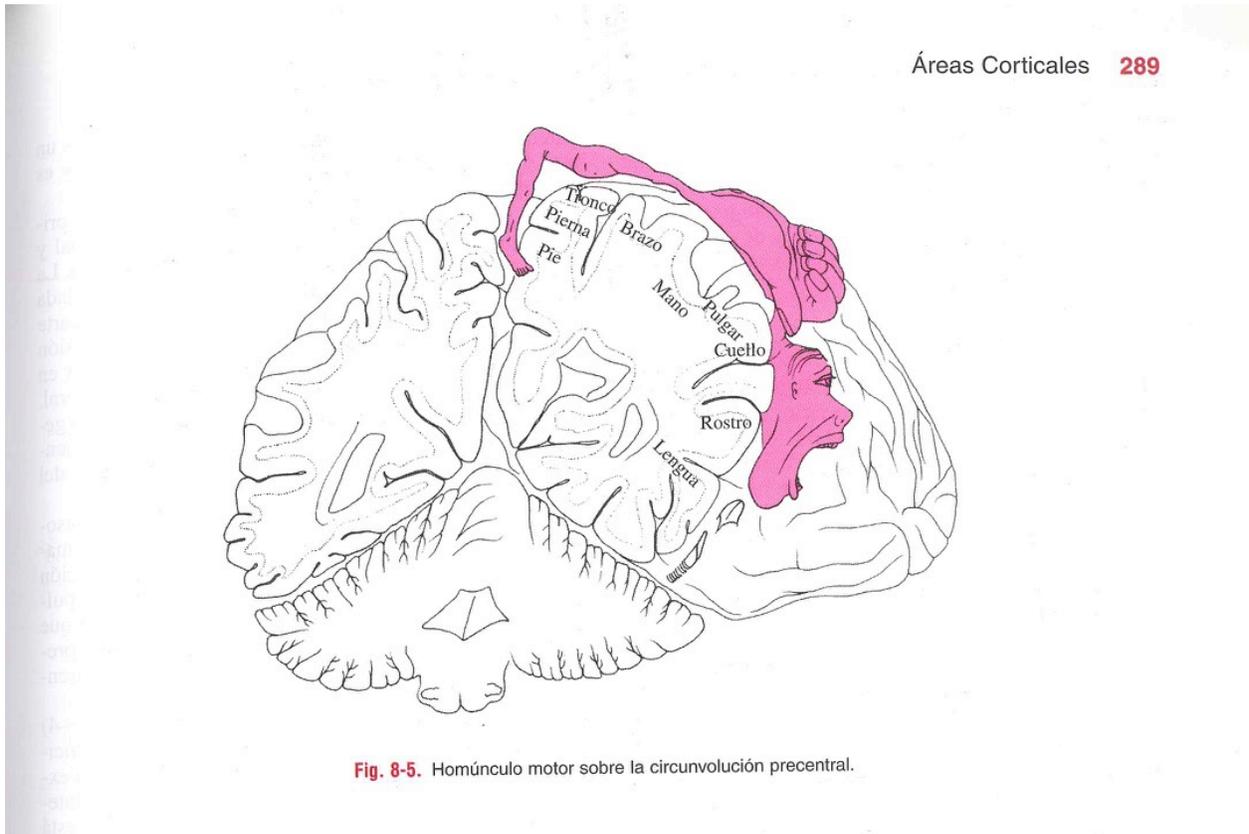


Podemos afirmar que cada uno de los individuos tiene diferencias anatómicas considerables, lo que implica que no existe una técnica universal. Puede que existan distintos patrones por seguir, pero ninguno que sea totalmente aplicable a todos los seres humanos.

Según Snell (2006), podemos ver que el lóbulo parietal, córtex sómato-sensitivo y córtex motor primario, es el encargado de recibir la información de los sentidos, según es enviada desde la mano, como lo podemos observar en las siguientes imágenes:

### Figura 2.

*Figura 8-5 Homúnculo motor sobre la circunvolución precentral. Pag 289*



**Fig. 8-5.** Homúnculo motor sobre la circunvolución precentral.

### Figura 3

Figura 8-4 Localización funcional de la corteza cerebral A. Vista lateral del hemisferio cerebral izquierdo B. Vista medial del hemisferio cerebral izquierdo. Pag 288

288 Capítulo 8 Estructura y Localización Funcional de la Corteza Cerebral

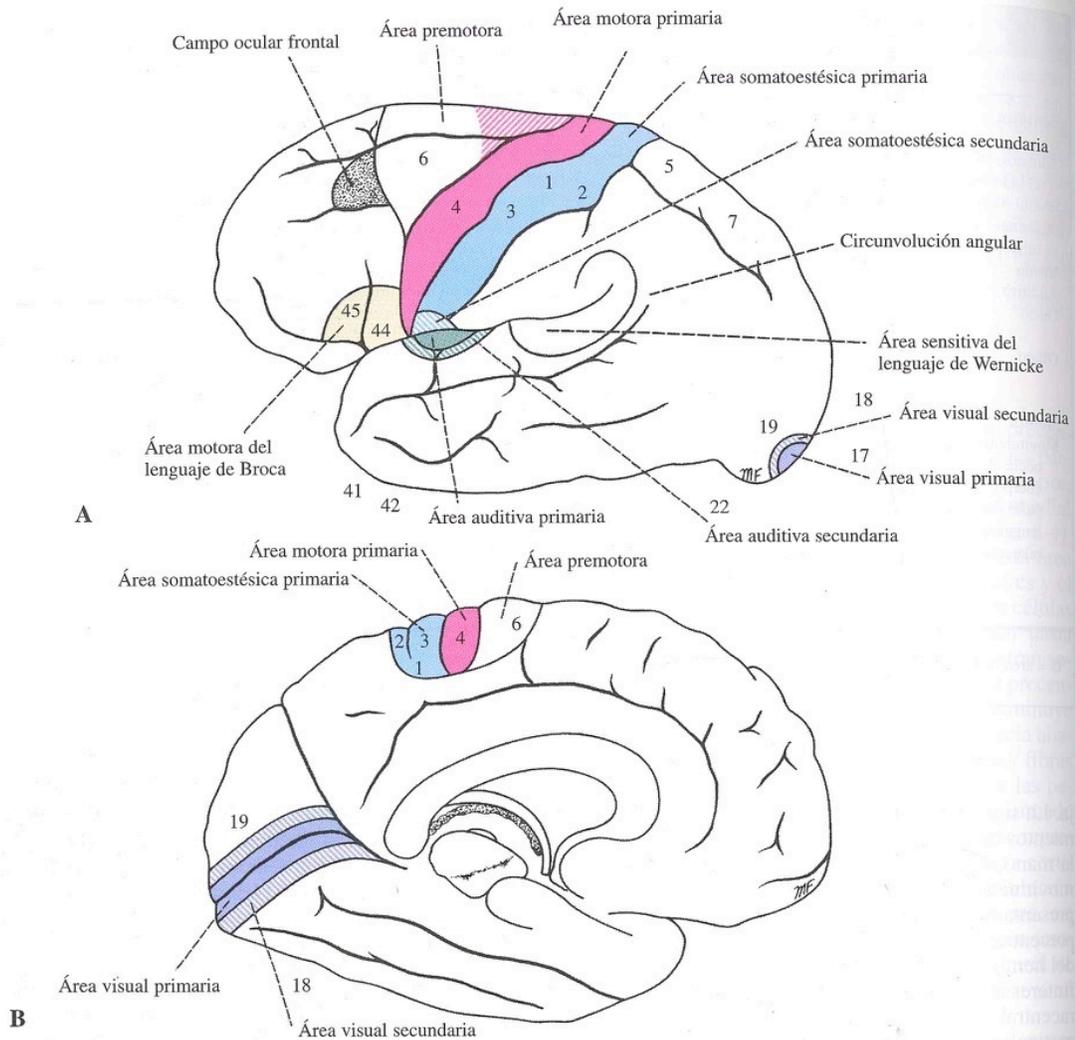


Fig. 8-4. Localización funcional de la corteza cerebral. A. Vista lateral del hemisferio cerebral izquierdo. B. Vista medial del hemisferio cerebral izquierdo.

Para apoyar esta teoría, podemos citar a Aguado-Aguilar en su estudio “Aprendizaje y memoria”:

Puede decirse que la experiencia repetida con los estímulos modifica literalmente el modo en que el cerebro responde a ellos. Así, se han demostrado cambios duraderos en la actividad neuronal en la corteza sensorial primaria, por ejemplo, en la respuesta de células del córtex visual o auditivo, como consecuencia de la experiencia repetida con estímulos de estas modalidades sensoriales (2001, p. 377).

La exposición con el talón del arco corresponde a la experiencia repetida con los estímulos como lo menciona el autor anterior. Otro de los puntos de enfoque que Aguado-Aguilar expone es el aprendizaje motor:

El aprendizaje motor es el proceso de adquisición de secuencias integradas de movimientos con una determinada meta. Una interpretación ampliamente aceptada es que, en el curso de esta forma de aprendizaje, se va formando en la memoria una representación del acto motor, que consistiría en una especie de ‘programa motor’ que controla la ejecución del mismo. Estos programas motores se complementan (uno con otro, nota del autor) sólo tras una práctica continuada, en cuyo curso tiene lugar una transición desde una fase inicial de control voluntario y deliberado de los movimientos, imperfectos y con un alto número de errores, hasta una fase final caracterizada por la ejecución prácticamente automática del acto motor. A medida que la ejecución de éste va automatizándose, se reduce también la demanda atencional exigida por la tarea, de modo que es posible realizar de forma simultánea, al menos ciertas tareas. Es precisamente en esta fase cuando se supone que la actuación está controlada por el programa motor aprendido y cuando la ejecución del acto se independiza hasta cierto punto del *feedback* (retroalimentación, nota del autor) (2001, 378).

Otro de los fines principales de esta investigación es comprobar la mejoría en el movimiento del arco. Por esto, el correcto movimiento que corresponde al siguiente paso en el aprendizaje, después de saber cómo tomar el arco en los instrumentistas de cuerdas frotadas, es un aprendizaje motor y consta de movimientos finos y repetidos.

## Metodología

La investigación se aplicó a 23 personas entre violinistas, chelistas y no cuerdistas. Se utilizaron un violonchelo y un violín que nadie había usado y se guardaron durante las dos semanas de experimento para garantizar que siguieran en esa condición.

Es importante aclarar que, en este estudio de caso, la cantidad de personas acogidas en el experimento son pocas, ya que conseguir los talones de arco fue difícil y la deserción después de las dos pruebas fue considerable, lo que da a nuestro trabajo un claro carácter de exploratorio; en el análisis mediante el programa Logic Pro X, sólo se realizó comparación entre 6 personas porque varios sujetos del grupo de control no asistieron a la segunda prueba y los que asistieron no eran instrumentistas de cuerda, lo que dificultaba una comparación validable entre las grabaciones.

El experimento se dividió en dos partes: en la primera, cada sujeto se dispuso a tocar, en ambos grupos, cuerdas al aire mientras trataban de memorizar un poema; la cantidad de sonido producido por el individuo en un salón insonorizado, se midió a 3 metros con un medidor de decibeles (sonómetro) y, posteriormente, se entregó a algunos individuos seleccionados (grupo experimental) el talón de un arco cortado para que tuvieran tiempo de contacto con el objeto durante 2 semanas. La segunda prueba consistió en grabarlos tocando cuerdas al aire con un pulso de 60, cuatro pulsos por arcada, una hacia abajo y una hacia arriba, 8 pulsos por cuerda en total. Posteriormente, cada uno realizó una encuesta de complementación perceptiva.

El experimento fue repetido dos semanas después y se complementó en el segundo día de prueba con la siguiente encuesta:

***Para el éxito de la investigación es fundamental que conteste de la manera mas objetiva posible.***

NOMBRE:

PROFESIÓN:

1- *¿Utilizó usted el talón de arco?*

SÍ    NÓ

*SI RESPONDIO SÍ:*

*¿Haciendo un promedio aproximado del uso del arco, cuánto tiempo por día?*

*¿Fue más cómodo tocar esta segunda vez que la primera?*

SÍ    NÓ

*¿Considera usted que el sonido cambió?*

SÍ    NÓ

*Si la respuesta a la pregunta anterior fue sí:*

*¿Considera que el uso del arco mejoró su técnica?*

SÍ    NÓ

*Si tomáramos como punto cero el experimento de hace dos semanas, ¿cuánta mejoría hubo en el arco, si la cuantificamos de 1 a 10?*

*SI RESPONDIO NÓ A LA 1ra PREGUNTA*

*¿Fue más cómodo tocar la segunda vez, comparada con la primera?*

SÍ    NÓ

*¿Considera que el sonido cambió?*

SÍ    NÓ

*¿Es usted cuerdista?*

SÍ    NÓ

*Si la respuesta a la pregunta anterior es sí:*

*¿Considera que hubo algún cambio en su técnica?*

SÍ    NÓ

*(1, un cambio leve y 10 un cambio grande)*

### **Estudio Previo a la Investigación**

Se realizó un estudio de caso previo a la investigación con tres individuos: un director de orquesta y dos violonchelistas. Las preguntas realizadas a cada uno fueron: a) ¿Cuánto tiempo utilizó usted el talón de arco y por cuántas horas/minutos diarios?, b) ¿Qué opina del experimento?, c) ¿Qué opina del cambio en el ‘agarre’; mejoró la firmeza y la relajación?, y d) ¿Qué opina del cambio en el sonido?

El primer chelista comenzó a los 14 años en la Red de Escuelas de formación musical de Pasto durante 4 años; posteriormente se trasladó a la ciudad de Medellín a iniciar su programa de pregrado en la Universidad EAFIT y actualmente cursa octavo semestre. Su opinión sobre el experimento fue: a) diez minutos por día; b) “acerca del experimento, creo que es una forma ideal cuando queremos mejorar nuestra técnica en el arco, que ayuda a la independencia de los dedos de la mano derecha y la relajación del pulgar, que es un punto muy importante a la hora de la práctica con nuestro instrumento, en este caso el chelo.”; c) “opino que este experimento mejora mucho ya que, en el caso de la relajación, nuestra mano está más relajada porque se ubica de una manera más natural, no tan forzada. Con este experimento, logramos concentrarnos más en el talón, permitiendo así inconscientemente que, a la hora de utilizar el arco, la mano esté en el lugar ideal, logrando así evitar un resabio muy común en los chelistas, que desplazamos la mano hacia la punta del talón. La firmeza se logra, ya que la mano se acostumbra a mantener el arco de una forma más natural y segura, porque el peso del brazo ayudará a que la posición de la mano quede correctamente ubicada.”; y d) Hay una gran mejoría en el cambio del sonido porque la mano se ubica en el talón y le da más firmeza y estabilidad. Cuando la mano se acostumbra a estar en (la región de, nota del autor) el talón, el peso va directamente a la cuerda y se logra así un sonido más lleno.

El director orquestal empezó su proceso en la música a la edad de 14 años, tocando guitarra en la academia SoloRock de Medellín, estudió canto con profesor particular desde los 15 años; a los 18, inició nivelatorio de música en la Universidad EAFIT en el programa de guitarra

Jazz y, año y medio más tarde, comenzó pregrado con énfasis en dirección orquestal en la misma universidad. A la encuesta respondió: a) Tres semanas por tres horas diarias; b) “Es bastante interesante y lógico, me parece acertado para lograr que el agarre del arco sea completamente natural.”; c) “Definitivamente hay un cambio positivo y considerable, tanto en la firmeza como en la relajación.”; y d) “El sonido se vuelve más estable y controlado”

El segunda chelista, y sujeto de estudio más importante en la investigación, se sometió al experimento durante una hora y media diaria durante un mes. Su recorrido en la música empezó en la Red de escuelas de Medellín a la edad de 9 años directamente con el instrumento. El último año de colegio, con 17 años, realizó dos semestres de preparatorio simultáneos; posteriormente se presentó a la Universidad EAFIT y cursó 3 nivelatorios. A los 23, tuvo una lesión en el brazo derecho: tendinitis desde el hombro hasta la mano. Gracias a la mejora de la técnica por un buen maestro, ya no tiene problemas en el brazo. Respondió a la encuesta así: a) Un mes, por hora y media diaria; b) “Me parece muy pertinente porque usar este elemento externo a las horas de estudio es una herramienta pedagógica importante, ya que ayuda a hacer consciente el asunto del tacto. Muchas veces, cuando aprendemos los instrumentos, nos olvidamos de qué hay que sentir.”; c) “Sí, muchísimo, sobre todo la posición con respecto a la vara; la firmeza y la relajación mejoraron positivamente.”; y d) “Es un sonido más consistente dado que, como no me debo ocupar de pensar en la posición de la mano, que ya se estableció por medio del talón, ya me puedo ocupar más del asunto del contacto y la dirección para obtener un mejor sonido”.

Se le realizó una última pregunta a raíz de la información dada acerca del problema que tuvo en el brazo derecho: ¿Objetivamente, el uso del talón podría haber solucionado algún porcentaje de los problemas de tensión en el brazo derecho (tendinitis)? ¿en qué porcentaje?

La costumbre del chelista al tocar era una excesiva presión en el pulgar y eso generaba una tensión que se irradiaba a todo el brazo; su respuesta fue la siguiente: “Sí, en un 40%, porque el siguiente porcentaje corresponde al paso del arco, el movimiento, la cantidad de peso que se debe utilizar, la distribución y la dirección.”

## **Resultados**

En el primer día de experimentación, se puso a cada uno de los individuos (36) a tocar cuerdas al aire mientras intentaban memorizar un poema. Todos dijeron que fue bastante

incómodo y las mediciones que se hicieron con un sonómetro no fueron de mucha confiabilidad, ya que al salón seguían ingresando sonidos ajenos al experimento y, además, los números arrojados no fueron lo suficientemente exactos. Por tal razón, se cambió el método de medición para el segundo día de prueba.

En el segundo día de prueba, se grabaron los 23 que llegaron, tocando las cuerdas al aire con un pulso de 60 (en los dos grupos). Las respuestas, mediante encuesta formalizada, con los resultados posteriormente expuestos, fueron corroborados por un estudio a sólo 6 personas, de las ondas generadas, entre los que usaron el talón y los que nó, mediante el programa LogicPro X. El motivo de esta prueba adicional fue que la gran mayoría de los sujetos del grupo de control no asistió a la segunda prueba y muchos de los que sí asistieron eran incapaces de mantener el pulso, con lo que se dificultaba la comparación, tanto entre ellos como de éstos con el grupo experimental.

**Tabla 1**

*Datos con talón de arco de chelo*

Profesión	Tiempo	Comodidad	Cambio Sonido	Mejor Técnica	Cuantificar cambio
Clarinetista	30min/día	Sí	Sí	Sí	4
Químico	1hora/día	Sí	+ o – Sí	Sí	2
Trombonista		Sí	Sí	Sí	4
Chelista	14min/día	Nó	Sí	Sí	5
Chelista	30min/día	Sí	Sí	Sí	7
Chelista	20min/día	Sí	Sí	Sí	6
Chelista	15min/día	Sí	Sí	Sí	2

En esta primera tabla podemos observar, considerando a los chelistas como individuos conocedores de la técnica y el sonido, que tres de los cuatro estudiados cuantificaron mejoría de sonido (subjetivamente), comparado con el primer día de estudio, con números 5 y superiores; y de los tres individuos que no eran chelistas, dos de tres expresaron mejoría, con el número 4.

**Tabla 2**

*Datos con talón de arco de violín*

Profesión	Tiempo	Comodidad	Cambio Sonido	Mejor Técnica	Cuantificar cambio
Ing Físico	10seg/día	Sí	Sí	Sí	3

Flautista	1min/día	Sí	Sí	Sí	10
Pianista	90min/día	Sí	Sí	Sí	4
Pianista	2hora/día	Sí	Nó	Nó	6
Violinista	2hora/día	Sí	Sí	Sí	7
Violinista	15min/día	Sí	Sí	Sí	4
Violinista	2horas/día	Sí	Sí	Sí	5
Violinista	5min/día	Sí	Sí	Sí	5

En esta segunda tabla, podemos ver que los cuatro violinistas que se acogieron al experimento opinaron que hubo una mejoría de 4 y más.

Entre los datos inconsistentes, está el del flautista que, al haber estudiado 1 minuto diario, logró un cambio de 10. La razón de esta respuesta fue que el primer día de experimentación no pudo producir sonido alguno en el violín y, en la segunda prueba, produjo sonido.

**Tabla 3**

*Datos grupos de control de chelo*

Profesión	Más comodidad 2da vez que 1ra	Cambió sonido	Cambió técnica	Cuantificar cambio
Abogada	Nó	Nó		
Directora	Sí	Sí		6
Cornista	Nó	Sí (peor)		-3
Chelista	Sí	Nó	Nó	3

En esta tabla, podemos ver que hay muchas diferencias entre los números de cambio en el sonido. El chelista que participó aclaró que el sonido no había cambiado pero, al cuantificarlo, asignó un 3, un dato inconsistente. La cornista, tras su cuantificación de la mejoría (número negativo), afirmó que le era más fácil memorizar textos que seguir un pulso de un metrónomo sin volumen que emitía simplemente una luz y, por esto, expresó un cambio “para peor”.

**Tabla 4**

*Datos grupo de control de violín*

Trompetista	Sí	Sí	Sí	6
Diseñadora	Sí	Sí	Nó	1 (0 cero,sic)
Violinista	Sí	Nó	Nó	1
Violinista	Sí	Nó	Nó	1

En esta tabla, podemos ver que los dos violinistas que sirvieron de grupo de control niegan que exista un cambio de sonido y utilizan el número 1 para cuantificar ese cambio como casi imperceptible.

## Análisis de Ondas mediante Programa Logic Pro X en el Experimento Comprobatorio Adicional

Mediante el análisis de ondas, se puede concluir que las personas que usaron talón de arco de manera inconsciente, tienen una mejoría en la homogeneidad del sonido con respecto al grupo de control. Es importante aclarar que no se va a comparar el volumen del sonido producido, porque la distancia entre el ejecutante y el micrófono no fue exactamente la misma.

Para poder entender la búsqueda de homogeneidad de sonido, vamos a exponer la imagen de onda de una de las personas que más se acogió al experimento, aproximadamente una hora y media con el talón por día, y por un mes de trabajo. Se trata del sujeto que tuvo problemas de tendinitis por mal manejo de las tensiones, expuesto anteriormente. En las siguientes gráficas, la imagen de onda corresponde al color blanco.

Gráfica 1



En la primera imagen, podemos ver que la onda es considerablemente más homogénea. Esto, traducido en sonido significa que hay menos variación.

## Grupo de Control

Violonchelista experimentado, a los 16 años inició violonchelo en la Red de escuelas de Medellín; posteriormente realizó en la Universidad de Antioquia 5 semestres preparatorios y 3 universitarios; se graduó como músico violonchelista en la Universidad EAFIT. Actualmente pertenece a la orquesta Sinfónica EAFIT y es estudiante activo de maestría en dirección.

El segundo es un violonchelista que también inició sus estudios en la Red de escuelas de Medellín a la edad de 13 años directamente con el instrumento; en el 2011, ingresó a los nivelatorios en la Universidad EAFIT e hizo 3 semestres; y posteriormente, ingresó al programa de pregrado y actualmente cursa 10º semestre y está próximo a graduarse.

El tercer sujeto en el grupo de control comenzó música en el programa de iniciación musical a los 4 años en la Fundación Batuta en la ciudad de Manizales; a los 7 años, empezó a estudiar violín; de los 14 a los 16, tuvo clases particulares. A los 16, ingresó a la Universidad de Caldas en el programa de pregrado; en el año 2015, continuó estudios en el CEC y actualmente cursa 3er semestre de pregrado en la Universidad EAFIT.

## Gráfica 2



## Grupo de Experimentación

El primer sujeto de estudio es violonchelista; se inició en la música a los 9 años, y a los 10 empezó a estudiar violonchelo en la Fundación Batuta Caldas (Manizales). Perteneció al Conservatorio del Colegio Redentoristas a los 16; a los 19, ingresó a los nivelatorios de música de la Universidad EAFIT y cursó 2 semestres; a los 20 años, ingresó al programa de pregrado y actualmente cursa 3er semestre en esta Universidad.

El segundo, comenzó violonchelo a los 9 años en la Red de escuelas de Medellín; a los 15 años ingresó a la Universidad de Antioquia para realizar 4 preparatorios y, finalmente, aplicar a la Universidad EAFIT en donde actualmente cursa 7º semestre.

El tercer sujeto estudió en el Instituto Musical Diego Echavarría, empezó a tocar violín a la edad de 7 años y, a los 11, pasó a estudiar viola. Se graduó del colegio con énfasis en piano a los 16 años y actualmente cursa 3er semestre de la Universidad EAFIT con énfasis en el mismo instrumento. Cabe aclarar que no había tocado viola en año y medio hasta la fecha del experimento.

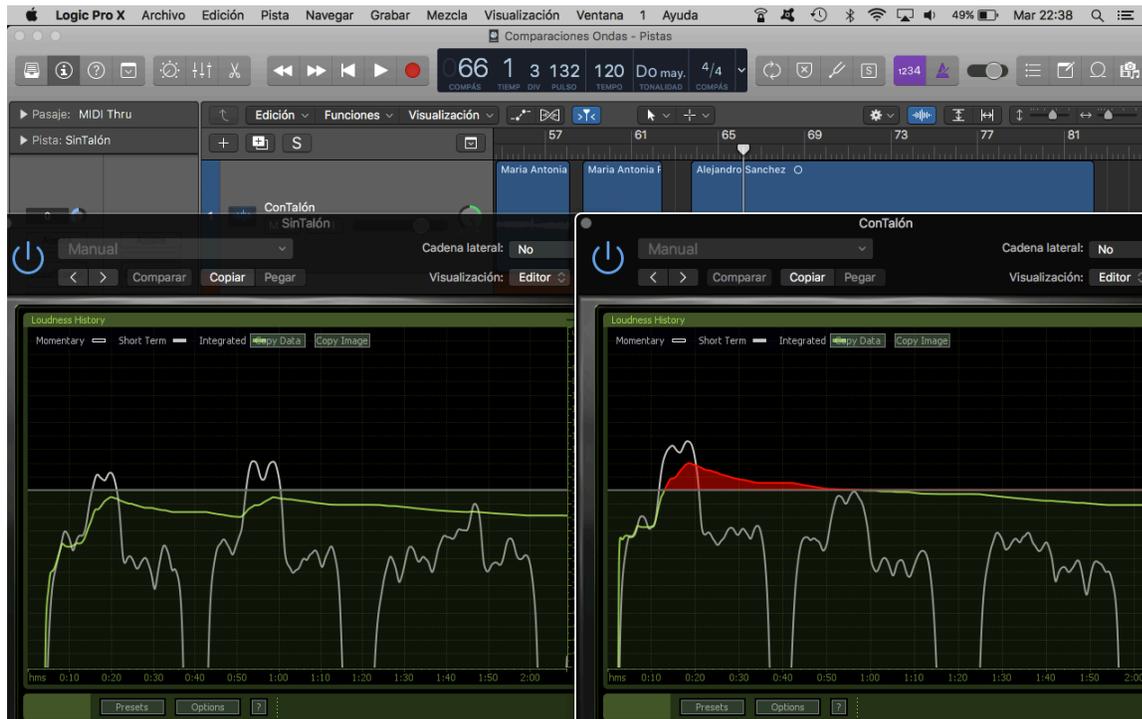
## Gráfica 3



En el siguiente gráfico, se comparará el cuadro de la izquierda que corresponde a los músicos del grupo de control y la segunda imagen, al de las personas que trabajaron con talón.

## Gráfica 4

### *Comparación entre las gráficas 2 y 3*



Después de ver las gráficas anteriores, podemos concluir que las ondas producidas por los individuos que se acogieron al estudio con el talón de arco, en comparación con los del grupo de control, representan un sonido más homogéneo.

Es importante aclarar que las personas que hacen parte del grupo de control tienen un alto nivel ejecutivo-interpretativo y este estudio no pretende hacer comentarios negativos hacia ellos.

## Conclusiones

A pesar de que los individuos que se acogieron al experimento tienen una experiencia menor que los sujetos del grupo de control, se puede ver, mediante el programa y las encuestas, que hay una mejoría, tanto sensorial como sonora. La aplicación del resultado parcial de esta investigación parece indicar que puede mejorar el sonido de cualquier instrumentista de cuerda

frotada porque cada persona aplicaría la presión según las características anatómicas de su mano.

Los resultados de medición mediante el programa LogicPro X fueron satisfactorios porque nos muestran digitalmente la calidad del sonido de algunos individuos acogidos por el experimento, a pesar de las diferencias entre ellos.

Una de las limitaciones durante el primer día de experimentación fue la entrada de sonido al aula (sería necesario encontrar un lugar perfectamente insonorizado para realizar la medición sonora). En cuanto a la medición con el sonómetro, que pretendía medir el volumen producido para poder compararlo con el volumen de la segunda vez para cada uno de los individuos, no fue muy exacta por la calidad del sonómetro y por la dificultad del entorno; además, la asistencia a esta sesión fue 36 entre 40.

Durante la indagación, el mayor problema fue la diferencia de tiempo de exposición al talón, ya que, para enfocarnos en el “estudio inconsciente”, no se podía exigir mucha atención a los participantes y esto generó que la diferencia de tiempos con el talón fuese muy distinta, pues los tiempos oscilaban entre 10 segundos y 90 minutos diarios.

El segundo día de experimentación, la concurrencia de sujetos de estudio fue mucho menor: 23 de 36. La posible diferencia de distancias entre el micrófono y el instrumento (en cada uno de los casos había que acomodar el micrófono) nos restringió la posibilidad de comparar volúmenes de sonido entre los individuos. A pesar de que el salón contaba con características de insonorización altas, no se logró eliminar el sonido completamente.

Para poder mejorar el experimento en el futuro, se debe encontrar la manera de que todos los individuos mantengan el arco un tiempo determinado. Para mejorar las mediciones, se debería buscar micrófonos de contacto de alta calidad para medir el volumen. Otra opción es buscar un micrófono de alta calidad del tipo de acople sobre el instrumento por medio de una pinza. Se debe mantener el método de usar un mismo instrumento, que no sea tocado sino durante el experimento, para garantizar igualdad de condiciones.

Desearía resaltar el planteamiento que expone Aguado-Aguilar (2001) sobre la importancia de los ganglios basales del cerebelo para el aprendizaje perceptivo-motor. Esto nos dispone para próximos planteamientos acerca del estudio de la ejecución instrumental en relación con el cerebro. Cabe preguntarnos cuál es la parte cerebral que realiza más trabajo en los instrumentistas experimentados que tienden a la perfección técnica.

En un futuro experimento, la asistencia rigurosa de los sujetos a las sesiones experimentales implicaría recursos económicos que les proporcionen los necesarios incentivos.

### Referencias

- Aguado-Aguilar, L. (2001). Aprendizaje y memoria. *Revista Neurológica*, 32(4), 373-381. Recuperado de: [http://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/ED/TA/AM/02/Aprendizaje\\_y\\_memoria.pdf](http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/ED/TA/AM/02/Aprendizaje_y_memoria.pdf)
- Hemsey De Gainza, V. (2004). La educación musical en el siglo XX. *Revista Musical Chilena*, LVIII(201), 74-81. Recuperado de: <http://www.revistamusicalchilena.uchile.cl/index.php/RMCH/article/viewFile/12449/12762>
- Drake, R., Volg, W. & Mitchell, A. (2007). *Anatomía para estudiantes Gray*. España: Elsevier Churchill Livingstone.
- Snell, R. (2006). *Neuroanatomía clínica* (5ta ed.). Bogotá-Madrid-méxico: Panamericana.
- Vazquez, J. (2000). La música en las manos. *Eldorado*. Recuperado de: [http://www.mdoctos.com/uploads/la\\_musica\\_en\\_las\\_manos.pdf](http://www.mdoctos.com/uploads/la_musica_en_las_manos.pdf)
- Viaño Santasmarinas, J., Díaz Pereira, P. & Martínez Vidal, A. (2010). Trastornos músculo-esqueléticos (TMRIs) en músicos instrumentalistas estudiantes de secundaria y universitarios. *Revista de Investigación en Educación*, (8), 83-96. Recuperado de: <http://reined.webs.uvigo.es/ojs/index.php/reined/article/viewFile/131/95>