IES Botikazar BHI

Influencia de los estudios de música en la memoria de trabajo

1º de Bachillerato

Autores:
Tristán Romera Sobrado y Ainara Alonso Pérez

Tutor:
Emilio Visaires

8 de mayo, 2022

Resumen

En este estudio hemos investigado si recibir formación musical favorece funciones cognitivas no musicales como la memoria de trabajo, comparando el rendimiento de esta capacidad en alumnos de bachillerato con y sin estudios de música. Hemos contrastado también si la música como estrategia de memorización facilitaría o no este tipo de tareas, distinguiendo los sujetos con y sin estudios de música. Por último, evaluamos la relación entre el rendimiento académico y la memoria de trabajo, buscando justificar la importancia que puede tener la música en la educación. No hemos obtenido resultados significativos, pero hemos aprendido estrategias de investigación y, sobre todo, lo difícil que es controlar las condiciones y elementos en una investigación. Palabras clave: memoria de trabajo, funciones cognitivas, formación musical, rendimiento académico.

Abstract

In this study we have researched whether receiving musical training favors non-musical cognitive functions such as working memory, by comparing the performance of this capacity in high school students with and without music studies. We have also contrasted whether music would facilitate this type of tasks as a memorization strategy, distinguishing the subjects with and without music studies. Finally, we evaluate the relationship between academic performance and working memory, seeking to justify the importance that music may have in education. We have not obtained significant results, but above all, we have learned strategies for future studies, and how difficult it is to control the conditions and elements in research. Key words: working memory, cognitive functions, music studies, academic performance.

Índice general

1. Marco teórico **2**
1.1. Introducción . . . 2
1.2. Memoria . . . 3
1.3. Formación musical . . . 4

2. Método **5**
2.1. Problema . . . 5
2.2. Hipótesis . . . 5
2.2.1. 1º Hipótesis . . . 5
2.2.2. 2º Hipótesis . . . 6
2.2.3. 3º Hipótesis . . . 6
2.3. Muestra . . . 7
2.4. Variables e instrumentos . . . 8
2.4.1. Variable Independiente (VI) . . . 8
2.4.2. Variable Dependiente (VD) . . . 8
2.4.3. Otras variables a controlar . . . 8
2.4.4. Instrumentos . . . 8
2.5. Procedimiento . . . 10
2.5.1. Creación de los formularios . . . 10
2.5.2. Realización de las pruebas . . . 10
2.5.3. Corrección . . . 11
2.6. Análisis de los datos . . . 11
2.6.1. Herramientas utilizadas . . . 11
2.6.2. Análisis exploratorio básico . . . 11
2.6.3. Pruebas paramétricas y condiciones de aplicación . . . 12
2.6.4. Pruebas de hipótesis . . . 14
2.6.5. T-student . . . 15
2.6.6. Coeficiente de correlación de Pearson . . . 15

3. Resultados **16**
3.1. Análisis Exploratorio Básico . . . 16
3.2. Condiciones para la realización de pruebas parametricas . . . 17
3.2.1. Prueba de Normalidad . . . 17
3.2.2. Homocedasticidad . . . 17
3.3. Diferencias en memoria de trabajo en función de la formación musical . . . 19
3.4. Diferencias en memoria de trabajo en función del uso de la melodía o no . . . 19
3.5. Relación entre el rendimiento académico y la memoria de trabajo . . . 20

4. Discusión **21**
4.1. Conclusiones . . . 21
4.2. Limitaciones y posibles mejoras . . . 22
4.2.1. Problemas durante el proyecto . . . 22
4.2.2. Revisión del experimento . . . 22
4.3. Agradecimientos . . . 24

Capítulo 1

Marco teórico

1.1. Introducción

Hemos elegido este tema por su cercanía con nuestra vida cotidiana. De hecho, nuestro rendimiento académico es algo que tenemos presente cada día desde que empezamos el bachillerato, por la inminencia de la Evaluación de Acceso a la Universidad (EvAU) y lo determinante que es en nuestro futuro. Por otro lado, en esta última etapa educativa antes de la universidad, en la que no nos acompañan tantos compañeros con los que hemos compartido cursos precedentes, nos hemos dado cuenta de que entre los que ahora compartimos aula hay muchos que tocan algún instrumento, que han estudiado o estudian música en la actualidad. Da la casualidad de que los resultados académicos de algunos de estos se distinguen de otros alumnos. ¿Y qué decir de la memoria? En la mayoría de los exámenes es necesario recordar significados, fórmulas y definiciones. A priori, parece lógico pensar que la memoria ha de ser importante a la hora de obtener un buen rendimiento académico. Pero ¿y la música? ¿Será que estudiar música sea también una ventaja?.

Nos parecía un tópico de gran interés la comparación del rendimiento académico y la memoria de trabajo de nuestros compañeros. Nada como tener dudas para empezar a buscar y así es como empieza esta aventura: buscando. Y buscando encontramos el trabajo en el que planteaba que "los estudiantes que han recibido formación musical prolongada desde la infancia muestran mejoras en aspectos centrales del procesamiento cognitivo superior" (Jurado, F.A.) [1, p.25]. Era una investigación que relacionaba la formación musical y las funciones cognitivas superiores de atención y memoria de trabajo verbal. Como investigadores novatos que están dando sus primeros pasos pensamos que era mejor simplificar. Así es como nace nuestro intento de averiguar si el hecho de estudiar música en edades tempranas puede llegar a beneficiar la memoria de trabajo.

¿Y si realmente la formación musical ayuda a memorizar? ¿Y si todo esto mejora el rendimiento académico? ¿No habría que tenerlo en cuenta de cara a diseñar los objetivos y los programas educativos?

En relación con este estudio, existe un debate sobre el bajo rendimiento académico en nuestro país. Este es medido mediante las pruebas PISA (Programme for International Student Assessment), que estiman que el estudiante medio español está por debajo de la media internacional. Es por este problema y mediante este estudio que se propone un enfoque multidisciplinar de la educación.

Para empezar necesitábamos ver con claridad, entender lo que buscábamos para poderlo encontrar. Es por ello que hemos tenido que recurrir a estudios relacionados con este tema para llevar el proyecto adelante.

1.2. Memoria

La memoria que es "la capacidad para adquirir, almacenar y evocar información" (Manes, F.) [2, p.25]. La considera fundamental en los procesos de aprendizaje precisamente por su triple función: codifica, almacena y recupera, lo que permite la persistencia del conocimiento y su utilización cuando es necesario. Él también divide la memoria en:

- Memoria a largo plazo: la que nos permite retener información durante toda la vida.
- Memoria prospectiva: que hace referencia a lo que pensamos hacer en el futuro.
- Memoria de trabajo: puede retener poca información y solo durante unos segundos, pero es fundamental en el día a día de cualquier estudiante y por eso centramos en ella nuestro estudio, ya que nos permite mantener la información el tiempo suficiente para poder manipularla. No podríamos realizar una simple suma si no fuéramos capaces de recordar el tiempo suficiente las cantidades que debemos sumar.

Los estudios aplicados que han intentado determinar el papel que desempeña la memoria de trabajo en el aprendizaje y ejecución de diversas tareas cognitivas, destacan que una escasa habilidad de este sistema de memoria conlleva un bajo rendimiento en múltiples facetas de la vida cotidiana, como por ejemplo el aprendizaje escolar.

Entendemos la memoria de trabajo como un sistema encargado de "almacenar y procesar la

información necesaria para llevar a cabo tareas cognitivas complejas tales como el razonamiento, la comprensión o el aprendizaje" (García-Madruga) [3, p.25]. Este autor nos explica el modelo propuesto por Alan Baddeley en el año 2007 que es el más utilizado, proponiendo 4 componentes con distintas funciones dentro de este tipo de memoria: El lazo fonológico y el registro visual y espacial que se encargan de codificar y almacenar la información, el retén episódico que conecta con la memoria a largo plazo para utilizar los conocimientos previos y el ejecutivo central que debe coordinar el funcionamiento de todo además de dirigir la atención y descartar la información irrelevante.

1.3. Formación musical

No somos los primeros en interesarnos por la utilidad de la formación musical y su transferencia a otro tipo de aprendizajes, ya que "si se demostrara que el aprendizaje musical ayuda o apuntala otras habilidades cognitivas, podría utilizarse la música como una herramienta fundamental en la educación de los sujetos" (Justel y Díaz-Abrahan) [4, p.25] . Estas autoras, tras revisar varios estudios centrados en el efecto del entrenamiento musical, encontraron que, en muchos casos, se referían diferencias tanto estructurales como funcionales en los cerebros debido al entrenamiento musical. Esto es refrendado por otros autores que encuentran relaciones con un mejor rendimiento en comprensión y aprendizaje de la lectura, en representación geométrica, en memoria auditiva a corto plazo, en memoria verbal y en la manipulación de la memoria a corto y largo plazo (Custodio) [9, p.25]. Efectos que se consiguen gracias a la plasticidad cerebral, a los cambios biológicos que experimenta el cerebro tras el entrenamiento repetido necesario para ejecutar una producción musical; es una actividad exigente que requiere de activación cerebral para leer la partitura, para la sincronización de movimientos, para mantener alerta la memoria y la atención, sometidas a la constante tensión de identificar tonos, controlar la afinación y realizar cualquier corrección." Convertirse en un músico habilidoso requiere un gran entrenamiento y el tipo de aprendizaje que conlleva implica desarrollar una gran cantidad de facultades" (Justel y Rubinstein) [10, p.25].

Capítulo 2

Método

2.1. Problema

El objetivo de esta investigación sería comprobar si la formación musical incrementa la memoria de trabajo. Nos preguntamos si el hecho de estudiar música y desarrollar la capacidad de tocar un instrumento favorece el desempeño de este tipo de memoria, que es fundamental a la hora de mantener y manipular la información necesaria para realizar tareas cognitivas complejas, lo que a su vez afectaría a los resultados del proceso educativo. ¿Los estudiantes que han realizado estudios de música obtendrán mejores resultados que aquellos que no han realizado este tipo de estudios en las pruebas de memoria de trabajo?

Por otro lado, nos preguntamos si la música utilizada como estrategia de memorización facilitaría las tareas de memoria de trabajo. Si así fuera, ¿ayudará más a un alumno con estudios de música que a otro que no los tenga? ¿Los estudiantes obtendrán mejores resultados en las pruebas de memoria de trabajo, utilizando una melodía musical sencilla como técnica para favorecer el recuerdo que si no la utilizan? ¿Los estudiantes que han realizado estudios de música obtendrán mejores resultados en la prueba de memoria utilizando la melodía para favorecer el recuerdo?

2.2. Hipótesis

2.2.1. 1º Hipótesis

Los estudiantes con formación musical obtienen mejores resultados en las pruebas de memoria de trabajo:

Hipótesis nula: No existen diferencias significativas entre los dos grupos; es decir, que los estudiantes con estudios de música obtienen los mismos resultados en las pruebas de

memoria que los estudiantes sin estudios de música.

Hipótesis alternativa: El grupo de estudiantes sin estudios de música (grupo 1) obtiene peores resultados que los estudiantes con estudios de música (grupo 2) en las pruebas de memoria.

$$H_0 \rightarrow \mu_1 = \mu_2 \text{ o } H_1 \rightarrow \mu_1 < \mu_2$$

El contraste es unilateral. Verificaremos esta hipótesis analizando por separado los resultados de la prueba 1, la prueba 2 y las dos pruebas de forma conjunta.

2.2.2. 2º Hipótesis

La música utilizada como estrategia de memorización facilitará las tareas de memoria de trabajo. En este caso vamos a medir a los participantes dos veces comparando los resultados: una primera vez sin utilizar la música como estrategia de memorización (prueba 1) y la segunda utilizando la música (prueba 2). Las hipótesis quedarían:

Hipótesis nula: No existen diferencias significativas entre los resultados de memoria de trabajo utilizando una melodía para facilitar el recuerdo o sin utilizarla .

Hipótesis alternativa: La melodía ayuda a recordar, por lo que las puntuaciones en memoria de trabajo serán mayores utilizando la melodía que sin utilizarla.

$$H_0 \rightarrow \mu_1 = \mu_2 \text{ o } H_1 \rightarrow \mu_1 < \mu_2$$

Nuevamente estamos planteando un contraste unilateral. Verificaremos esta hipótesis analizando por separado los resultados de los estudiantes con estudios de música, los de los estudiantes sin estudios de música y luego todos de forma conjunta.

2.2.3. 3º Hipótesis

Hipótesis nula: No existe correlación lineal entre las 2 variables (rendimiento académico y memoria de trabajo), el coeficiente de correlación de Pearson sería igual a 0.

Hipótesis alternativa: Existe correlación lineal entre las 2 variables. El coeficiente de correlación en valor absoluto sería distinto de 0.

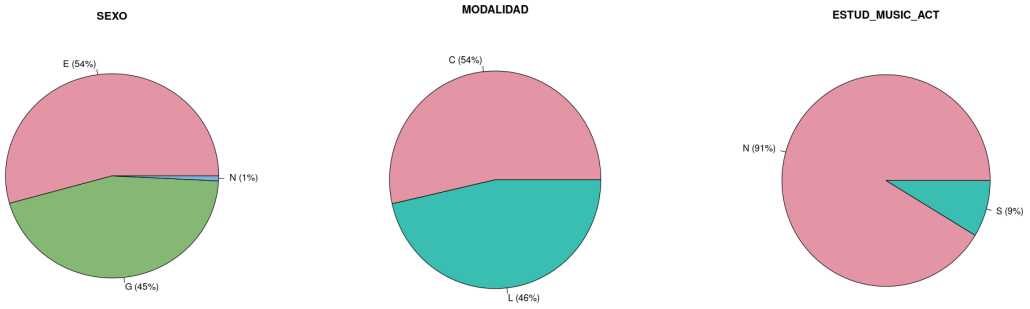
$$H_0 \rightarrow r_{xy} = 0 \text{ o } H_1 \rightarrow r_{xy} \neq 0$$

2.3. Muestra

Todos los sujetos del estudio pertenecen al alumnado de 1º de Bachillerato del centro IES Botikazar BHI, que se encuentra situado en el barrio bilbaíno de Deusto. Este grupo de alumnos con edades comprendidas entre los 16 y 17 años representan a un adolescente medio. El centro IES Botikazar BHI es un centro de enseñanza secundaria no obligatoria, concentrado exclusivamente en Bachillerato. El curso pasado, la nota media de 2º de Bachillerato de los alumnos de este centro se encontró en el percentil 51 de los centros del País Vasco. Asimismo, el percentil de la nota media de la Evaluación para el Acceso a la Universidad (EvAU) fue del 64.

Aunque la recogida de datos se llevo a cabo en 8 clases de aproximadamente 30 personas cada una, de todo este conjunto solo hemos podido tratar los datos de 127 alumnos que realizaron la prueba cumpliendo todos los requisitos (no copiar a otro compañero, enviar dentro del plazo en clase, completar ambas pruebas...).

A partir de un cuestionario cumplimentado previamente a la realización de las pruebas hemos recogido la información necesaria para clasificar a los participantes dentro del grupo de "con estudios de música" o "sin estudios de música". Por lo tanto, no hemos podido seleccionar aleatoriamente la muestra. Simplemente hemos utilizado un conjunto de sujetos a los que hemos tenido acceso. En relación con la característica de poseer formación musical, lo ideal hubiera sido poder contar con estudiantes de conservatorio que llevaran estudiando más de cuatro años una enseñanza reglada, para garantizar un mínimo de horas semanales de estudio y práctica. Pero al solo tener acceso a los alumnos del instituto, nuestra muestra simplemente está compuesta por jóvenes con cualquier tipo y cantidad de estudio (enseñanza reglada, escuela de música, de un año en adelante, sin importar hace cuanto que no estudian...) Finalmente hemos conseguido reunir un grupo de 34 sujetos con algún tipo de estudio de



(a) Por sexo (b) Ciencias o letras (c) Por estudios de música

Figura 2.1

música, frente a uno de 93 que no los han recibido nunca, salvo los curriculares comunes.

2.4. Variables e instrumentos

2.4.1. Variable Independiente (VI)

En relación al objetivo de contrastar si la formación musical y la música tiene algún efecto en el rendimiento de la memoria de trabajo, la variable independiente sería "estudios de música". Será una variable cualitativa (dicotómica) en base a la cual estableceremos dos grupos:

- Grupo 1: estudiantes sin estudios de música. Integrado por alumnos de 1º de bachillerato que no han recibido ningún tipo de formación musical salvo la incluida en el currículo oficial.

- Grupo 2: sujetos con estudios de música. Como hemos señalado arriba, lo ideal hubiera sido poder contar para este grupo con estudiantes de enseñanzas profesionales o al menos elementales de conservatorio, y así garantizar que hubieran recibido una instrucción continua y moderadamente intensa. Sin embargo, al incluir solamente a los alumnos del instituto, hemos formado este grupo con todos aquellos que han referido algún tipo de estudio reglado o no reglado de música.

2.4.2. Variable Dependiente (VD)

Nuestra variable dependiente es la "memoria de trabajo". Es una variable cuantitativa ya que vamos a computar el número de morfemas que recuerdan en cada prueba.

2.4.3. Otras variables a controlar

En el cuestionario hemos recogido información sobre el rendimiento académico, reflejado en la media obtenida por los alumnos durante el primer trimestre del presente curso. Dado que la memoria de trabajo es una capacidad que juega un papel importante en el aprendizaje, queríamos examinar también posibles correlaciones entre estas variables.

2.4.4. Instrumentos

Prueba de Actualización Morfológica (PAMO) . Basándonos en la prueba de Actualización Semántica (PASE) (Gómez-Veiga, I.) [6, p.25] preparamos nuestra prueba de Actualización Morfológica, para estudiantes de bachillerato. Escogimos una tarea con morfemas

(prefijos, sufijos y lexemas) porque el tema se estaba trabajando en la asignatura de lengua castellana y consideramos que la práctica reciente garantizaba que todos los participantes comprendieran la mecánica. El análisis morfológico de las palabras se hace atendiendo a las unidades mínimas con significado (léxico o gramatical). En base a su estructura, en las palabras se distinguen la raíz (base léxica o lexema) y los afijos que se añaden a la raíz para formar nuevas palabras (sufijos y prefijos).

En la pantalla aparece un listado de 7 morfemas que podemos leer para nosotros durante 5 segundos y luego desaparecen. Pulsando un botón aparecen nuevamente para permitirnos repetir la lectura durante otros 5 segundos. Lo hacemos de este modo porque sabemos que a la hora de codificar la información que almacenamos existen limitaciones de carácter estructural que afectan a la cantidad (7 unidades aproximadamente) y al tiempo que esta permanece en la memoria a corto plazo (15 a 30 segundos) (Vila et al) [7, p.25]. Cuando desaparecen por segunda vez los morfemas se nos hace una pregunta sobre el listado que acabamos de memorizar. Se nos pedirá que enumeremos los sufijos o los prefijos o los lexemas que acabamos de ver en orden de aparición; no sabremos cual de ellos hasta que no desaparece el listado para que la selección no se pueda realizar a priori, mientras el listado está en pantalla.

El objetivo de nuestra prueba es medir la memoria de trabajo tal como la concibe Baddeley: (García-Madruga, J.A.) [3, p.25] Es un sistema encargado de almacenar y procesar la información. Los participantes deberán retener y recuperar un tipo determinado de morfema que se les solicita a posteriori por lo que deberán analizar el contenido memorizado seleccionando solo aquellos items que cumplen la condición señalada; además tendrán que enumerarlos en el orden que han sido presentados. Como no conocen previamente aquello que deben recordar tendrán que modificar el contenido de su memoria de trabajo suprimiendo los elementos innecesarios.

Cada una de las tareas consta de 9 listas. En 3 de ellas se pide enumerar los prefijos, en otras 3 los sufijos y los lexemas en la 3 restantes. El número de morfemas solicitados no se especifica (para incrementar la demanda de atención)y oscila entre 2 y 3 . La segunda tarea es idéntica a la primera salvo por el contenido de las listas y porque introducimos un cambio en el procedimiento. En lugar de leer los items, los sujetos deberán ahora cantarlos utilizando una conocida melodía infantil: **Twinkle twinkle little star.**.

Utilizando estrategias podemos mejorar el rendimiento de nuestra memoria (Vila et al [7, p.25]). La repetición que utilizamos en ambas tareas es la más sencilla, pero también pode-

mos elaborar activamente la información. En este caso no trabajamos sobre el contenido sino sobre la estructura rítmica: si nos fijamos en la partitura, cada frase está compuesta por 2 compases: el primero compuesto por 4 negras, mientras que el segundo tiene 2 negras y una blanca. En total tenemos 7 notas que coinciden con el número de items en las series. Al tener que encajar los morfemas en la melodía los sujetos estarán re-elaborando la información y esperamos que este procesamiento muestre una mejoría en el rendimiento.

2.5. Procedimiento

2.5.1. Creación de los formularios

Como se ha indicado previamente, la recogida de los datos del estudio se ha llevado a cabo en el centro IES Botikazar BHI con alumnos de 1º de Bachillerato. Para llevar a cabo el sondeo, programamos un formulario en HTML y PHP que nos ha permitido guardar los resultados de las pruebas en un servidor. Este formulario está dividido en tres partes:

- Cuestionario
  En esta parte se recogieron datos personales de los participantes, como su sexo, modalidad de Bachillerato, nota media y el número de identificación que habíamos repartido para que la prueba fuera anónima. Además, en esta sección se incluyen los datos sobre los estudios de música de cada alumno.

- PAMO: Prueba de Actualización Morfológica explicada arriba.

- Formulario de Google Forms: Al terminar la segunda y última parte se contesta a unas preguntas para valorar la sensación de dificultad percibida por el participante.

2.5.2. Realización de las pruebas

Antes de comenzar la recogida de datos en cada clase (8 aulas de 30 alumnos aproximadamente), leemos el consentimiento informado para participar en el estudio. A través de este garantizamos que todos los partícipes del estudio aceptaron sus condiciones. A continuación, procedemos a la explicación de cada parte del formulario. Utilizamos una presentación de power point para ayudarnos con la exposición. Una vez que hemos practicado con los sujetos el procedimiento y hemos comprobado que lo entienden y son capaces de realizarlo pasamos a la realización de cada fase del formulario. Aunque no informamos sobre ello, computamos el tiempo empleado en toda la prueba (dato que guardamos en la base de datos).

Dado que la aplicación es grupal se insiste en que deben hacerlo de forma individual, pe-

ro que los resultados se tratarán de forma colectiva, así que no deben preocuparse por su resultado ya que no es una prueba de evaluación personal.

2.5.3. Corrección

Evaluamos 2 aspectos:

- Morfema: asignamos 1 punto por cada morfema correcto.
- Orden: asignamos 1 punto extra si están en orden correcto y son los que tienen que ser.

Supongamos lo siguiente: **ato ez a niñ sub ino mar** → **Lexemas** en orden de aparición

Respuesta	Morfema	Orden
niñ mar	2 puntos	1 punto
mar niñ	2 puntos	0
ato niñ	1 punto	0
a niñ mar	2 puntos	0
ez a	0	0
-	0	0

Aceptamos como válido algún error ortográfico, como la falta de la tilde, y errores que no alteren significativamente el sonido del morfema (im-in,um-un).
Por lo tanto, en los ítems con 2 soluciones la puntuación máxima será 3 y la mínima 0. En los ítems con 3 soluciones la puntuación máxima será 4 y la mínima 0. En cada parte de la prueba se puede obtener una puntuación máxima de 30 puntos.

2.6. Análisis de los datos

2.6.1. Herramientas utilizadas

Para la recogida, la corrección y la organización de los datos hemos utilizado una hoja de cálculo **EXCEL**. Una vez organizada la base de datos, hemos realizado el análisis estadístico, tanto gráfico como numérico, utilizando **Rstudio** y la librería **Rcomander**.

2.6.2. Análisis exploratorio básico

Este ha sido nuestro primer contacto con la estadística aplicada a la investigación. Antes de este trabajo no sabíamos nada sobre el tema. Además de las clases recibidas de nuestro tutor hemos buscado bastante información, pero principalmente hemos seguido los apuntes (Morosini) [8], ya que nos han servido también de guía para aprender a utilizar RCommander.

Comenzamos realizando un análisis exploratorio para observar la distribución de los datos. Al resumir nuestra variable dependiente (memoria de trabajo, materializada en las dos pruebas por separado y de forma conjunta), en función de los grupos determinados por la variable independiente (estudios de música) podemos ver:

- N: como están distribuidos los sujetos dentro de los grupos.
- Medias: de las medidas de tendencia central es el promedio más utilizado. Sirve para detectar la tendencia del grupo, por lo que nos da una primera idea de los resultados obtenidos por cada grupo.
- Medidas de dispersión: muestran el grado de dispersión de los datos con respecto a la media. Tenemos la desviación típica que además de mostrar el grado de dispersión de los datos será utilizada luego para todas las estimaciones basadas en la distribución normal. Y el rango intercuartílico (IQR) que refleja el rango de variación de las puntuaciones centrales (50 %, las que se encuentran entre el primer y el tercer cuartil).
- Medidas de forma: índice de asimetría o inclinación de la distribución. Muestra lo que se aleja la distribución de nuestros datos de la distribución normal que es simétrica(valor 0). Si el resultado > 0 la asimetría será positiva (curva inclinada a la izquierda). Si el resultado < 0 la asimetría será negativa (curva inclinada a la derecha).
- Medidas de posición: cuartiles que dividen la distribución en cuatro partes permitiéndonos identificar los valores que ocupan esa posiciones. 25 %, 50 % (mediana) y 75 %.

2.6.3. Pruebas paramétricas y condiciones de aplicación

El tratamiento estadístico de los datos consiste en una serie de modelos teóricos elaborados que permiten atribuir a los datos empíricos un determinado valor de probabilidad. Pero estos modelos vienen caracterizados por ciertas exigencias. Si los datos las cumplen podremos utilizarlos, pero si no las cumplen, al utilizarlos llegaríamos a conclusiones erróneas. Los tipos de modelos que podemos utilizar son.

- **Paramétricos:** se basan en supuestos acerca de los parámetros (valores de la población). Son más robustos y tienen mayor precisión pero los supuestos restrictivos que deben cumplir limitan su uso. Estos son:
    - **Independencia** de las observaciones. Para asegurarlo el muestreo debería ser aleatorio. Nosotros no hemos podido seleccionar las muestras aleatoriamente así que supondremos la independencia.

- **Normalidad** de las poblaciones de las que hemos extraído las muestras. Lo comprobamos contrastando la normalidad de las muestras, para analizar cuánto difiere la distribución de los datos observados respecto a lo esperado si procediesen de una distribución normal con la misma media y desviación típica.

- Hemos realizado el análisis numérico mediante el **test Lilliefors** (corrección de **Kolmogorov-Smirnov**) dado que las muestras eran grandes > 30. Lo hemos completado con un doble análisis gráfico. Por un lado, una representación de los datos mediante un **histograma** sobre el que superponemos una curva normal para visualizar el ajuste.

  Por otro, un gráfico de cuantiles teóricos **QQPLOT (gráfico cuantil cuantil)**: Las coordenadas del eje horizontal corresponden a las puntuaciones de una distribución normal, mientras que las coordenadas del eje vertical corresponden a los datos de la muestra. Si los datos siguen más o menos una distribución normal, los puntos estarán más o menos alineados. Si los puntos de este gráfico están claramente no alineados, se deduce ausencia de normalidad en los datos.

- **Homocedasticidad :** comprobar que la varianza se distribuye de manera uniforme en los datos observados. Con una variable independiente categórica evaluamos la homogeneidad de las varianzas .

Hemos realizado el análisis numérico mediante el F-test de razón de varianzas. BOXPLOT (Gráfico de caja y bigotes): Lo completamos en este caso con otro tipo de gráfico que muestra bien la dispersión de los datos. La altura de la primera raya horizontal de la caja corresponde al valor de $Q_1 = p_{25}$, primer cuartil. La altura de la raya del medio corresponde a $Q_2 = p_{50} =$ Mediana, segundo cuartil. La altura de la raya superior de la caja corresponde a $Q_3 = p_{75}$, tercer cuartil o percentil 75. El punto más bajo del primer segmento vertical correspondería al dato más pequeño o a uno de los más pequeños (puede ser que el más pequeño esté más abajo todavía, porque la longitud de este segmento no superar el valor $1{,}5 \cdot (Q_3 - Q_1)$. El punto más alto del segundo segmento vertical correspondería al dato mayor o a uno de los mayores. En el caso de que los datos siguieran perfectamente una distribución normal, la media y la mediana serían iguales y este gráfico sería simétrico, estando la raya de la mediana en la mitad de la caja. Si el gráfico se aleja mucho de esa simetría, se deduce ausencia de normalidad en los datos.

- **No paramétricos:** libres de distribución. Se utilizan cuando no podemos usar una prueba paramétrica, pero tienen menor potencia (se tiende a no rechazar la hipótesis nula cuando en realidad existen diferencias significativas) y desarrollo estadístico.

2.6.4. Pruebas de hipótesis

Consisten en obtener conclusiones de carácter general a partir de un conjunto de observaciones específicas. Estudiamos la posibilidad de que suceda un evento suponiendo que el comportamiento de la variable responde al azar, ya que este muestra regularidad y eso lo convierte en predecible. Partiendo de este supuesto se han desarrollado diferentes modelos de distribución de variables aleatorias como la distribución t (diferencias de medias) y la distribución F (razón de varianzas), que utilizamos en nuestra investigación. Es por tanto una herramienta estadística que se utiliza para tomar decisiones, proceso este en el que se siguen unos pasos:

- Establecer la hipótesis: son dos, la hipótesis nula (que plantea igualdad, que no existen diferencias significativas) y la alternativa (que plantea lo contrario, que existen diferencias o que los resultados son menores o mayores que uno dado).

- Calcular el estadístico: el valor que representa a la muestra y que se quiere extrapolar a la población de orígen.

- Determinar el tipo de test: bilateral (dos colas si la hipótesis alternativa plantea diferencia) y unilateral (una cola si la hipótesis alternativa emplea $>$ o $<$, es decir, si a priori sabemos que las desviaciones de interés se producirán en un sentido).

- Determinar el nivel de significación α: determina la probabilidad de error que se quiere asumir a la hora de rechazar la hipótesis nula. Es la referencia que utilizamos para rechazar la hipótesis nula (con este valor comparamos el p_valor). Cuanto menor sea, menor será también la probabilidad de rechazar la hipótesis nula.

- Calcular el p_valor: los paquetes estadísticos lo calculan para señalar la probabilidad que indica con seguridad que se puede rechazar la hipótesis nula. Gráficamente cubre un área de seguridad alrededor del valor α. Es el momento en el que el test de hipótesis pasa de aceptar a rechazar la hipótesis nula.

- Decisión: es el objetivo final de una prueba de hipótesis. La decisión es siempre probabilística. La prueba de hipótesis indica la probabilidad de determinado valor muestral bajo el supuesto de que la hipótesis nula sea verdadera. Pero es un supuesto que una prueba de hipótesis nunca podrá comprobar.

  Si $\alpha > p_valor \rightarrow$ rechazar la hipótesis nula
  Si $\alpha < p_valor \rightarrow$ aceptar la hipótesis nula

2.6.5. T-student

Grupos independientes

Permite probar la hipótesis de igualdad entre las medias que provienen de dos grupos diferentes e independientes (que no se encuentran correlacionados el uno con el otro). Es la prueba que vamos a utilizar para contrastar nuestra primera hipótesis, ya que queremos comparar el grupo de alumnos con formación musical con el que no la tiene. Al tratarse de una prueba paramétrica tendremos que comprobar primero si se cumplen las condiciones de aplicación.
Si no se cumplieran sería recomendable que utilizáramos la prueba no paramétrica equivalente para contrastar la hipótesis: **U de Man Whitney**.

Muestras relacionadas

Se utiliza cuando queremos comparar las medias de dos grupos que están relacionados, como por ejemplo cuando medimos al mismo grupo en dos ocasiones distintas. Por eso utilizaremos esta prueba para contrastar nuestra segunda hipótesis, en la que buscamos averiguar si el mismo grupo de sujetos (con o sin formación musical) realiza mejor la prueba con la utilización de la melodía o sin ella. Es también una prueba paramétrica que supone que la muestra de pares de datos ha sido obtenida al azar de la población, por lo que hay que comprobar el supuesto de normalidad. No así el de homocedasticidad, ya que estamos midiendo al mismo grupo 2 veces, por lo que la varianza es la misma. Si no se cumplieran las condiciones de aplicación utilizaríamos la no paramétrica equivalente: **test de Wilcoxon**.

2.6.6. Coeficiente de correlación de Pearson

- Coeficiente de correlación: índice cuantitativo que indica el grado de relación entre 2 variables. Fluctúa entre -1 y +1 siendo mayor la relación cuanto más cercano a 1 sea el valor absoluto del coeficiente, mientras que un valor cercano a 0 estaría indicando ausencia de relación. Por otro lado el signo del coeficiente indica la dirección de la relación: un signo positivo nos dice que a medida que aumenta el valor de una variable también aumenta el de la otra, mientras que un signo negativo revelaría que cuando una aumenta, la otra disminuye.

- Coeficiente de correlación de Pearson: se basa en el producto de los valores estandarizados de cada par de variables (requiere que se distribuyan normalmente).

- Test de correlación: la prueba de hipótesis supone como hipótesis nula que no existe correlación $h_0 \rightarrow r_{xy} = 0$.

Capítulo 3

Resultados

3.1. Análisis Exploratorio Básico

Estudios Música	N	Media	Desviación Típica	IQR	Asimetría	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Si	34	15.17647	7.263318	11.5	0.4766028	5	8.5	14.5	20	29
No	93	13.43011	5.8818003	8.0	0.2623524	0	9.0	13.0	17	27

Cuadro 3.1: Análisis exploratorio básico prueba 1

Estudios Música	N	Media	Desviación Típica	IQR	Asimetría	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Si	34	11.79412	6.627671	7.75	0.4984050	0	8	9.5	15.75	24
No	93	12.27957	6.931914	12.0	0.1706933	0	7	12	19	26

Cuadro 3.2: Analisis exploratorio basico prueba 2

Estudios Música	N	Media	Desviación Típica	IQR	Asimetría	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Si	34	26.97059	12.06670	12.75	0.7039637	5	18	26	30.75	53
No	93	25.70968	11.89042	18.00	0.1508980	0	17	24	35	53

Cuadro 3.3: Analisis exploratorio basico memoria total

3.2. Condiciones para la realización de pruebas parametricas

3.2.1. Prueba de Normalidad

Estudios música	Prueba 1 (p valor Holm)	Prueba 2 (pvalor Holm)	Memoria Total (p valor Holm)
Si	0.174682 - 0.17721	0.0021039 - 0.0042078	0.113063 - 0.19072
No	0.088605 - 0.17721	0.0316982 - 0.0316982	0.095358 - 0.19072

Cuadro 3.4: Prueba de Normalidad Kolmogorov-Smirvnov

Podemos observar que mientras la prueba 1 y la memoria total son normales ($p > 0{,}05$) la prueba 2 no sigue una normal ($p < 0{,}05$)

3.2.2. Homocedasticidad

F test	Prueba 1	Prueba 2	Memoria Total
F	0.65577	1.0939	0.971
p valor	0.1201	0.7918	0.8826

Cuadro 3.5: Test F para comparación de Varianzas

$p - valores > 0{,}05$ Entonces no existen diferencias en las varianzas poblacionales

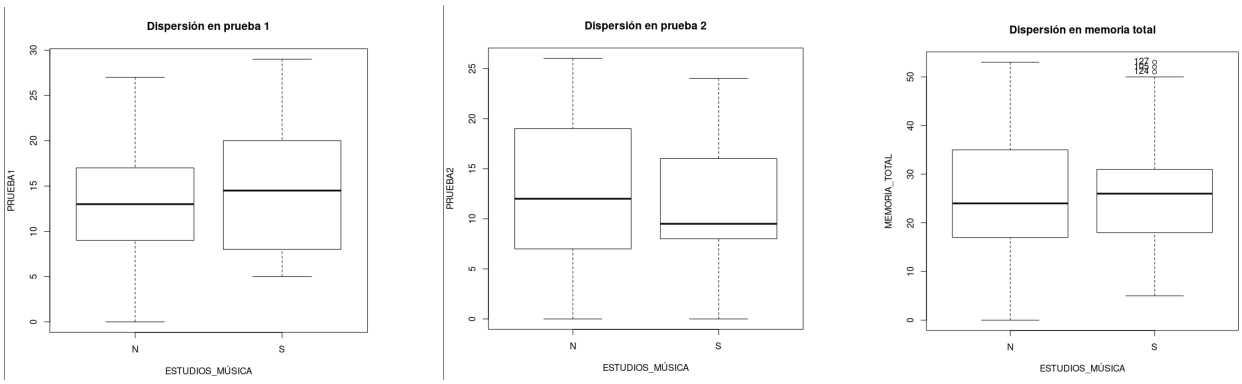
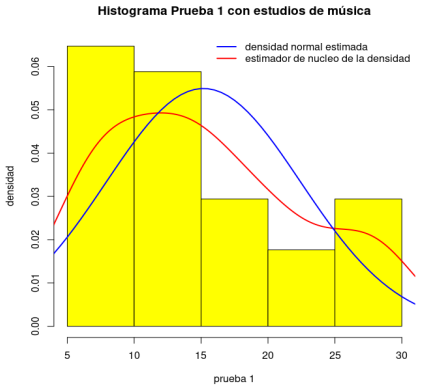
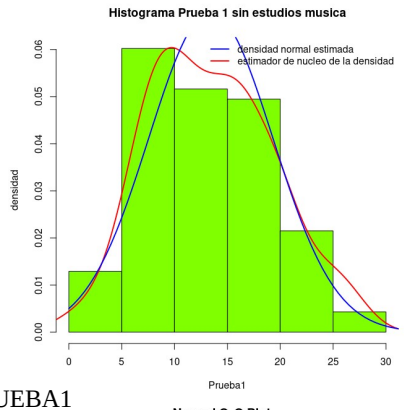


Figura 3.1: BoxPlot dispersión de las pruebas

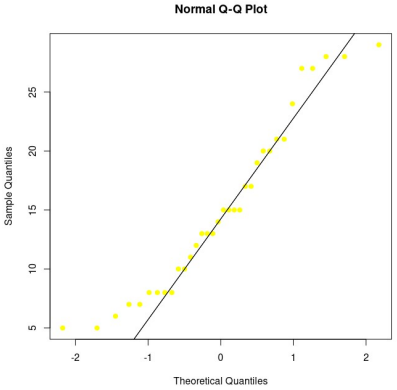
En este caso los gráficos se asemejan bastante lo que concuerda con la hipótesis de homogeneidad que acabamos de aceptar.

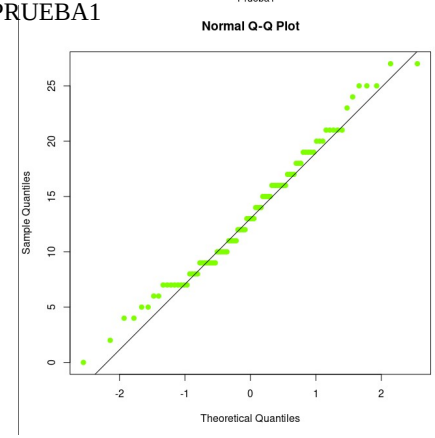
GRAFICOS CORRESPONDIENTES A LA PRUEBA DE NORMALIDAD

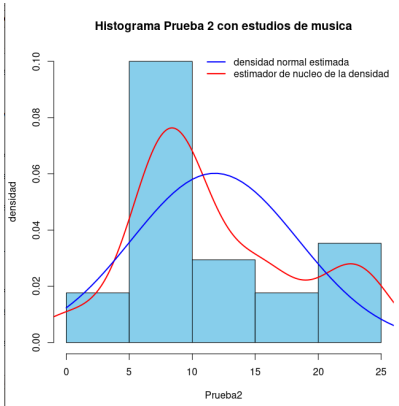


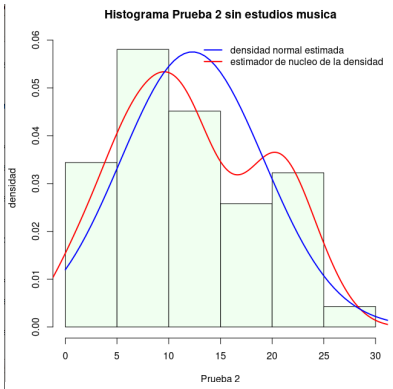


PRUEBA1

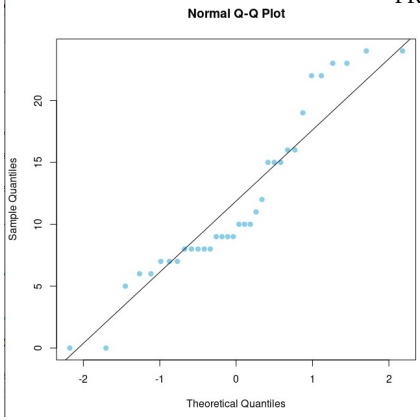


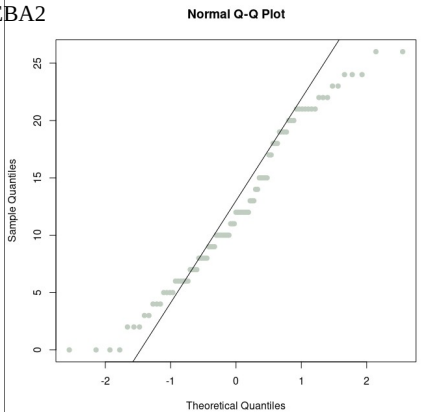




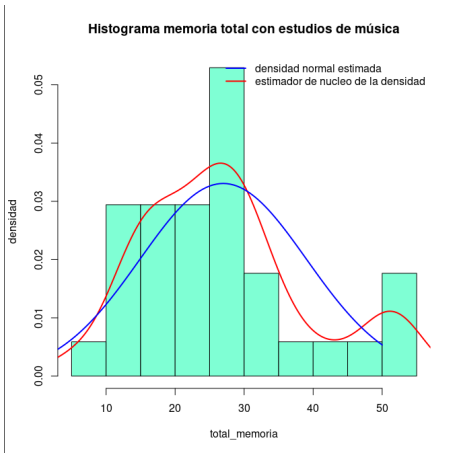


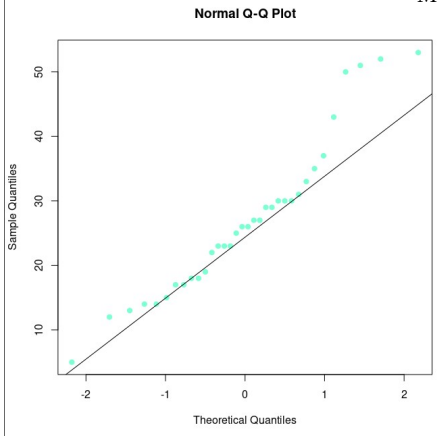
PRUEBA2

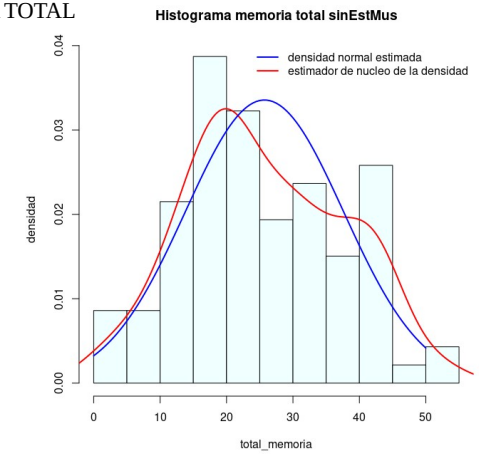


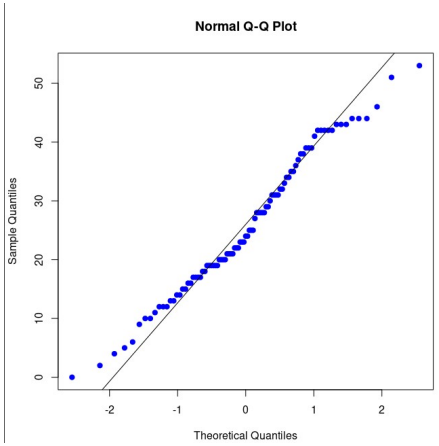


MEMORIA TOTAL









3.3. Diferencias en memoria de trabajo en función de la formación musical

t student	Prueba 1	Prueba 2	Total Memoria
Medias	N 13.43011	N 12.27957	N 25.70968
	S 15.17647	S 11.79412	S 26.97059
t	-1.3884	0.35347	-0.52706
p valor	0.08374	0.6378	0.2995

Cuadro 3.6: Resultados relación

Como la prueba 2 no sigue una normal tenemos que pasar una prueba no paramétrica.

U de Mann Whitney	Prueba 2
W	1642.5
p valor	0.6324

pvalor > 0,05 entonces aceptamos la hipótesis nula, es decir no existen diferencias significativas entre los dos grupos.

3.4. Diferencias en memoria de trabajo en función del uso de la melodía o no

T student	Con Est Música	Sin Est Música	En conjunto
Dif Medias	3.382353	1.150538	1.748031
t	2.8539	2.269	3.5409
p valor	0.9963	0.9872	0.9997

Cuadro 3.7: T de Student melodía

Wilcoxon	Con Est Música	Sin Est Música	En conjunto
V	448.5	2298	4752.5
p valor	0.9987	0.9892	0.9998

Cuadro 3.8: Resultado uso melodía

Usamos Wilcoxon porque la prueba 2 no sigue una normal. *pvalor* > 0,05 entonces no existen diferencias significativas

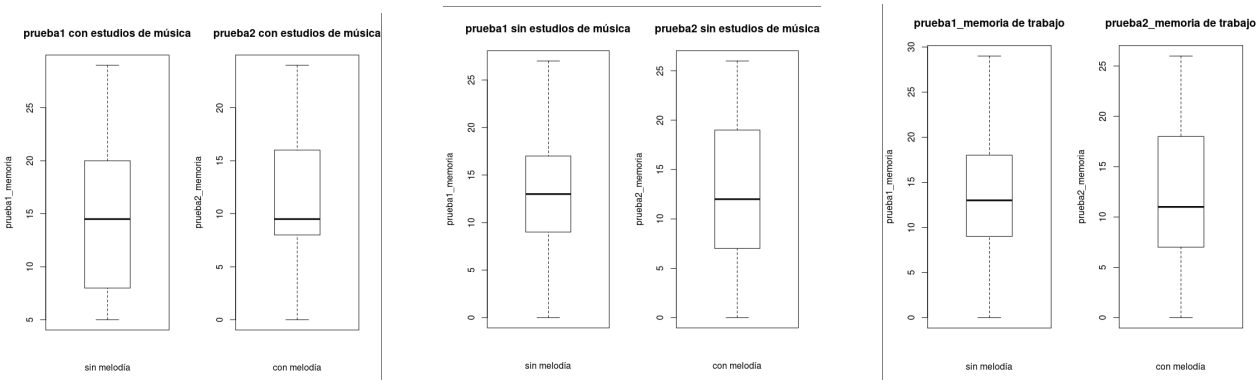


Figura 3.2: BoxPlot relación grupos

3.5. Relación entre el rendimiento académico y la memoria de trabajo

Cabe a destacar que existe una relación entre el tiempo y el resultado y el rendimiento académico

rxy P valor	NOTA-MEDIA	TIEMPO	TOTAL-MEMORIA
NOTA-MEDIA	1.000 -	0.1895 0.0328	**0.1234** **0.1670**
TIEMPO	0.1895 0.0328	1.000 -	0.2450 0.0055
TOTAL-MEMORIA	**0.1234** **0.1670**	0.2450 0.0055	1.000 -

Cuadro 3.9: Matriz de Correlación

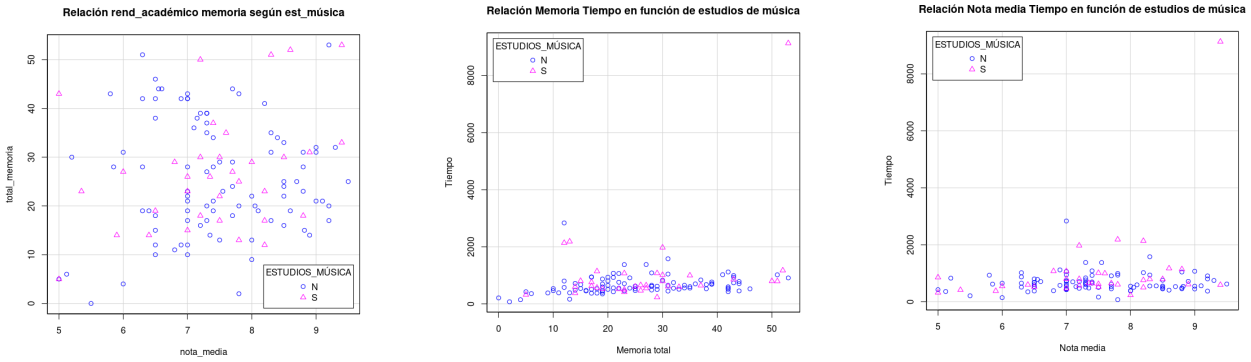


Figura 3.3: Diagramas de dispersión de los grupos

La relación entre el rendimiento académico y la memoria es pequeña y no es significativa, $pvalor > 0{,}05$. Pero si existe relación significativa entre tiempo y memoria, tiempo y rendimiento académico $pvalor < 0{,}05$.

Capítulo 4

Discusión

4.1. Conclusiones

En relación con los objetivos e hipótesis planteados en nuestro estudio hemos llegado a las siguientes conclusiones, tras seguir el proceso de toma de decisiones:

1. **Hipótesis: formación musical**
   Los resultados obtenidos en la pruebas de memoria mostraban una mejor ejecución en la prueba 1 de los estudiantes sin formación musical (media 15.18), mientras que en la prueba 2 los estudiantes con estudios de música se adelantaban (media 12.28). Sin embargo, esas diferencias han resultado no ser significativas. Obteniendo un p_valor mayor que 0,05 no podemos rechazar la hipótesis nula y esto ha sucedido en todos los casos, cuando hemos analizado los resultados de las 2 pruebas por separado y cuando hemos computado las pruebas en conjunto (memoria total). Por lo tanto no podemos aceptar nuestra primera hipótesis. Los resultados no apoyan que los alumnos con estudios de música tengan un mejor rendimiento en las pruebas de memoria de trabajo.

2. **Hipótesis: melodía como técnica de memorización**
   Con nuestra segunda hipótesis buscábamos demostrar que usar la música como método para mejorar la memorización podía ser una buena idea, pero tampoco lo hemos conseguido. A primera vista, los resultados de los dos grupos eran bastante parecidos por lo que no nos ha sorprendido hallar unos p_valores tan grandes, tan alejados del riesgo alfa elegido. Tanto estudiando a los alumnos con formación musical o sin ella, por separado o conjuntamente a ambos grupos, hemos obtenido el mismo resultado: aceptar la hipótesis nula, que implica aceptar que no existen diferencias significativas entre las 2 pruebas, es decir, que no existe diferencia entre realizar la prueba de memoria de trabajo usando una melodía para potenciar el recuerdo o no usarla.

3. **Hipótesis: relación entre el rendimiento académico y la memo-**

ria de trabajo:

Tampoco hemos encontrado una relación significativa entre estas dos variables a partir de los datos obtenidos en nuestro estudio. El coeficiente de correlación muestra una pequeña relación positiva entre ambas, lo que haría suponer que a mayor rendimiento académico se esperaría mejor rendimiento en memoria de trabajo, pero como el p_valor supera nuevamente 0.05 tampoco podemos rechazar la hipótesis nula. No podemos esperar que un alumno con alto rendimiento académico tenga buena memoria de trabajo.

Aunque no lo habíamos planteado como hipótesis, si que hemos encontrado una relación significativa positiva entre la memoria y el tiempo empleado para realizar la prueba, por un lado, y entre el rendimiento académico y el tiempo, por otro. Eso se traduciría en que los participantes con notas medias más altas han empleado más tiempo en realizar las pruebas, así como aquellos que han obtenido mejores puntuaciones en la prueba de memoria de trabajo.

4.2. Limitaciones y posibles mejoras

4.2.1. Problemas durante el proyecto

Si bien se han utilizado una gran variedad de instrumentos para realizar este estudio, hemos tenido que resolver distintos problemas relacionados con el uso de estos recursos durante el proyecto. Por un lado, al comienzo del proyecto, cuando se probando los formularios todavía, sufrimos fallos durante la recogida de datos de nuestra primera clase. Al parecer los datos se ordenaron caóticamente en la base de datos y no han podido ser aprovechados para el tratamiento.
Por otro lado, cabe destacar la dificultad que tuvimos al pedir las horas de las aulas para llevar a cabo el sondeo. En suma, al ser estudiantes de 1º de Bachillerato, la disponibilidad de las clases es limitada, aunque hayamos intentado aprovechar el horario de las clases me Matemáticas que nos ha ofrecido el departamento.

4.2.2. Revisión del experimento

¡Somos unos campeones! Hemos conseguido refutar todas nuestras hipótesis, contradiciendo los datos que habíamos encontrado al revisar algo de bibliografía. Quizás deberíamos buscar otro objetivo vital porque no hemos empezado con buen pie en esto de la investigación.

Lo que si hemos podido comprobar y hasta sufrir, podría decirse, es lo difícil que resulta trabajar con humanos. Nunca llegas a prever todo lo que puede pasar. El control tan necesario en el método científico es una quimera en este mundo. A la vista de nuestra ex-

periencia, lo extraño realmente es que hubiéramos obtenido algún resultado. Empezamos el proyecto con la ilusión y el empuje que te proporciona la ignorancia, porque lo que si podemos afirmar con rotundidad es que no sabíamos nada del tema. Al menos en ese aspecto estamos satisfechos porque hemos aprendido un montón de cosas, no solo en el plano teórico, sobre metodología y herramientas que desconocíamos totalmente, sino también sobre el tiempo, la reflexión, la paciencia... Para que dos más dos terminen siendo cuatro hay que darle muchas vueltas, probar, rehacer, esperar, pensar, volverlo a intentar, pensar...

Por todo esto, ahora que estamos llegando a la meta sabemos que: igual fue un poco osado inventar nuestra propia prueba de memoria de trabajo. Hoy sabemos que los instrumentos de medida siguen un proceso largo desde que se crean hasta que se validan para ser usados por la comunidad científica; y esto incluye un montón de pruebas y retoques para conseguir confiabilidad. Nos costó bastante diseñar la prueba y con esto queremos decir que le dimos varias vueltas, pero no podemos siquiera afirmar que mida algo.

El factor humano como hemos señalado arriba también ha sido un *handicap*. Pero no hemos tenido mucho tiempo, ni sujetos para corregir. Supongo que con las cosas es más fácil siempre que se tenga presupuesto para reponer, pero con los seres vivos es un auténtico problema. Te equivocas, la lías y vuelves a meter la pata y para cuando te quieres dar cuenta ya no te quedan sujetos. Nuestra muestra ha terminado siendo muy pequeña y esto no se adapta bien a una metodología que se apoya en la cantidad. El modo de hacer también importa. Realizamos las pruebas de forma colectiva porque no disponíamos de tiempo y teníamos mucho trabajo por delante. Tratamos de explicarlas y dar todo el tiempo necesario para la realización, pero aún así estamos convencidos de que muchos participantes las han completado sin entender muy bien lo que tenían que hacer. Cuando quieres medir algo muy específico, igual es mejor una aplicación individual porque puedes controlar mejor la situación y garantizar que el resultado que estás recogiendo representa la prueba y no otros aspectos propios de las condiciones de aplicación.

Los medios de los que se dispone también son importantes. En nuestro caso han afectado mucho a la selección de la muestra, por ejemplo, y esto ha sido determinante en el resultado. En el instituto nos han facilitado las cosas, dentro de unos límites, para pasar las pruebas dentro del horario lectivo y esto al menos nos ha proporcionado una muestra. Porque no resulta sencillo encontrar sujetos que quieran participar en un experimento. Y a nuestra edad y sin la autoridad que te puede dar ser alguien reconocido o trabajar para una institución de cierto prestigio, supone que seguramente no se lo van a tomar en serio y esto

también se refleja en el resultado. Por otro lado, hubiéramos necesitado formar un grupo con la formación musical suficiente para aspirar a obtener alguna diferencia. Deberíamos haber seleccionado este grupo entre estudiantes de los últimos niveles de la formación profesional de un conservatorio, para que fuera un grupo claramente diferenciado en ese aspecto. Nuevamente no disponíamos de tiempo, ni de la autoridad y decidimos adaptarnos a lo que teníamos a disposición. Pero hemos entendido la importancia y la dificultad de una buena selección muestral. Y que la investigación necesita dinero, pero también ratoncillos de indias".

A pesar de los resultados, seguimos confiando en la potencialidad del planteamiento de nuestra investigación. Quizás la próxima, ahora que sabemos algo más.

4.3. Agradecimientos

Agradecemos la participación de Aitor Pfluegl, compañero que programó principalmente el formulario para la recogida de datos y que tuvo que abandonar el proyecto antes de esta recogida.

Bibliografía

[1] Jurado Besada, F. A. (2016). « Relación entre la formación musical y las funciones cognitivas superiores de atención y memoria de trabajo verbal.» Avances en Neuropsicología Universidad Internacional de la Rioja.

[2] Manes, F. y Niro, M. (2021). *Ser humanos. Todo lo que necesitas saber sobre el cerebro.* Paidós. Editorial Planeta, S.A.

[3] García-Madruga, J.A. (2012). *El razonamiento deductivo en la adolescencia: memoria operativa y procesos ejecutivos.*

[4] Justel, N. y Díaz-Abrahan, V. (2012). «Plasticidad cerebral: Participación del entrenamiento musical.» *Suma Psicológica* 19(2), 97-108.

[5] Alsina, ÁSáiz D, (2004). «Is it possible to train working memory? A programme for 7–8 year old children.» *Infancia y Aprendizaje*, 275-287, 27(3)

[6] Gómez-Veiga, I., Vila, J.O., García-Madruga, J.A., Contreras, A. y Elosúa, M.R. (2014). «Comprensión lectora y procesos ejecutivos de la memoria operativa.» *Psicología Educativa* 19(2), 103-111.

[7] Vila, J.O., Gutiérrez, F., García-Madruga, J.A. (2011). «Memoria y aprendizaje: el desarrollo del conocimiento. En F. Gutiérrez y J.O. Vila (coords.)» *Psicología del Desarrollo II* cap. 5, 165-202.

[8] Morosini, E. (2016). *Seminario: Análisis estadístico de datos con Rcomander.*

[9] Custodio, N. y Cano-Campos, M. (2017). «Efectos de la música sobre las funciones cognitivas.» *Rev Neuropiquiatría* 80 (1), 60-69.

[10] Justel, N. y Rubinstein, W. (2013). «La exposición a la música favorece la consolidación de los recuerdos.» *Boletín de psicología* 109, 73-83.