

Del conocimiento a la conducta ocular

Registro con *eyetracker* de lectura a primera vista en pianistas profesionales y universitarios

Maya García¹

Universidad EAFIT

Resumen

La lectura de partituras a primera vista es una actividad frecuentemente practicada entre músicos académicos, especialmente pianistas. Sin embargo, es una habilidad que es difícil de obtener y de la cual existen métodos de enseñanza poco acertados, pues no toman en consideración la conducta ocular, que es primordial en cualquier tipo de lectura. Estudios anteriores demuestran que los pianistas hábiles en lectura a primera vista reconocen rápidamente los patrones musicales comunes de cualquier partitura, razón por la cual pueden obtener mayor cantidad de información en menor número de movimientos oculares. En esta investigación se analizó, por medio de experimentación empírica, cuál es la conducta ocular de un pianista con nivel avanzado de lectura a primera vista según el patrón musical que visualice: patrones escalares, arpeggios, contrapunto, acordes, secuencias, motivos rítmicos y transpuestos. Se obtuvo de cada participante el número, ubicación y duración promedio de fijaciones, número de miradas al teclado, y desempeño obtenido en diversas pruebas de lectura a primera vista y piano funcional. Se concluyó que existe, en los pianistas, una estrecha relación entre el conocimiento teórico

¹ Aspirante a magister en música con énfasis en piano de la Universidad EAFIT en Medellín, Colombia. Estudiante de la maestra Blanca Uribe desde el 2015 y profesora de piano el Instituto Diego Echavarría y Centro de Educación Continua en la Universidad EAFIT desde el 2016.

musical, la conducta espacial del ojo y el desempeño en lectura a primera vista.

Palabras claves: lectura musical, primera vista, rastreador ocular, movimiento ocular, piano funcional, fijaciones oculares

Abstract

Music sight reading is a frequent practice among professional musicians, specially among pianists. However, it is a skill that is difficult to master because current sight reading textbooks don't take eye behaviour, the most important aspect in any type of reading activity, into consideration. Previous studies have confirmed that pianists with an advanced level of sight reading recognize musical patterns inside a music sheet at a fast pace, meaning they obtain more information from fewer eye movements. An empirical experiment was conducted to analyze eye behaviour in pianists with an advanced level of sight reading while visualizing different musical patterns: scale patterns, arpeggios, counterpoint, chords, sequences, rhythmic and transposed motifs. Data collected from each participant included the amount, location, and average duration of their eye fixations on the sheet music; the number of times they looked down at the keys; and their performance in several sight reading and functional piano tests. It was concluded that a close relationship exists in pianists between their theoretical musical knowledge, their eyes' spatial behavior, and their performance while sight reading.

Keywords: reading music, sight reading, eye-tracker, eye movement, functional piano, eye fixations

Introducción

El tener buen nivel de lectura a primera vista favorece la velocidad de aprendizaje de nuevo repertorio y, en el caso de los pianistas, es una cualidad requerida a la hora de acompañar a otros músicos instrumentistas. En Medellín se presenta un gran porcentaje de pianistas universitarios y profesionales que son deficientes en esta habilidad, independientemente de los años de experiencia que tengan en el piano, del nivel de estudios o del talento para interpretar obras de alto grado de dificultad. Ello puede deberse a que los métodos de enseñanza se basan únicamente en la repetición y buscan que el estudiante lea diariamente piezas a primera vista de acuerdo con los grados de dificultad, pero no presentan soluciones reales para optimizar la lectura (Bastien, 1990). Es decir, emplean una metodología basada en aprender una nueva habilidad por medio de la simple obtención de experiencia, que es un camino más lento como recurso pedagógico.

La lectura a primera vista es una actividad compleja que requiere de muchas habilidades en el pianista: motricidad ocular, coordinación de las manos, manejo de estrés, recuperación inmediata de los errores, posibilidad de mantener un nivel alto de atención por tiempo prolongado, capacidad de ubicarse en el piano y de reconocer todo tipo de símbolos, formas y patrones musicales. Como en cualquier actividad de lectura, la motricidad ocular juega un papel prioritario para descifrar cómo y en qué orden se accede y decodifica la notación encontrada en una partitura. Lamentablemente, son escasas las investigaciones en este tema y muchas con datos poco concluyentes. Como señalan Madell y Hebert (2008), muchas de las inconsistencias se pueden atribuir a la falta de análisis estadístico, otras son el resultado de problemas metodológicos, mientras otros problemas se derivan de los diversos aparatos utilizados en la captación de los movimientos, lo cual propone un reto para investigaciones futuras. Sin

embargo, con una profunda comprensión de la relación entre los movimientos oculares hacia determinados rasgos estructurales y visuales en una partitura, sería posible concebir nuevas metodologías en la enseñanza de la lectura musical.

Muchos investigadores representativos en esta área de estudio han evidenciado la estrecha relación que existe entre el conocimiento de la estructura y, en general, la teoría musical con la habilidad de lectura a primera vista. En uno de sus primeros estudios, Sloboda (1974) examinó la capacidad de adelantar la mirada durante un ejercicio de lectura a primera vista y estimó que el lapso ojo-mano² de un músico instrumentista principiante es de tres a cuatro notas en promedio, mientras que el de un músico avanzado es de seis a siete notas. Por medio de experimentos similares (1977) descubrió que el lapso ojo-mano de los instrumentistas es mayor cuando la música es tonal y con progresiones predecibles. Además, existe una gran tendencia entre los músicos con mejor lectura a primera vista a extender su visión en este lapso hacia el final de una frase musical. Para ese mismo estudio realizó también un experimento en el que modificó intencionalmente la altura de algunas notas en una pieza para piano, con el fin de violar las expectativas tonales en la pieza. Así, observó que los pianistas corregían inconscientemente los errores en la partitura durante la lectura a primera vista, e incluso, observó que esta tendencia era mayor durante una segunda lectura. Goolsby (1994) observó que los lectores a primera vista de nivel avanzado se diferenciaban por hacer fijaciones más cortas en comparación con el grupo de los no avanzados; El lector avanzado podía extraer de la partitura trozos grandes de

² El lapso ojo-mano es el tiempo transcurrido entre el instante que el ojo escanea una sección de la partitura y el momento en que se interpreta dicha sección en el instrumento. Es un indicador de cuánto puede una persona adelantar la mirada respecto al punto donde se está llevando a cabo la lectura exterior. (Truitt F., Clifton C., Pollastek A., Rayner K., 1997)

información y adelantar la mirada con un compás de antelación, mientras que el lector no avanzado procedía nota a nota y mantenía su mirada siguiendo el punto justo donde va la ejecución instrumental.

El experimento que se describirá a continuación profundiza en este tema y fue diseñado basado en la siguiente hipótesis: la lectura a primera vista está medida principalmente por la capacidad del músico para reconocer fácilmente patrones comunes en una partitura, predecir el contexto musical y ubicarse en el teclado sin necesidad de mirarlo. En teoría, si una persona reconoce una escala en una partitura, sólo le es necesario identificar la tonalidad, nota inicial y nota final para poderla ejecutar en el piano. En el caso de una secuencia, sería necesario identificar el motivo de la secuencia, el intervalo al que se traspone y el número de veces que se repite. En resumen, cualquier estructura musical común puede ser ejecutada, sin necesidad de leer nota por nota, al identificar puntos estratégicos en una partitura de acuerdo con cada caso. Al reducir los puntos de enfoque en una lectura musical, se optimiza la conducta ocular. De manera similar, cuando un pianista recurre pocas veces a mirar al teclado, optimiza el número de barridos visuales invertidos en escanear una partitura.

Para comprobar esta hipótesis, se buscó determinar si los pianistas con lectura a primera vista de nivel avanzado realizan barridos oculares estratégicos de acuerdo con distintos patrones musicales presentados en una partitura: escalas, arpeggios, progresión en acordes, secuencias y motivos repetidos o transpuestos; se evaluó su habilidad para aplicar conocimiento en teoría musical durante la ejecución en el piano y para ubicarse en el teclado sin hacer uso de la mirada.

Este experimento hace parte de un proyecto de investigación que va a ser desarrollado a lo largo del año 2017 en la Universidad EAFIT. Hasta el mes de mayo se ha recolectado la mitad de los datos y analizado una quinta parte de ellos. Este artículo presenta, por lo tanto, una

descripción de la primera versión del experimento y sus conclusiones son preliminares, basadas en los datos obtenidos hasta el momento, con lo que nuestro estudio se puede caracterizar como introductorio o exploratorio.

Metodología

Se entrevistaron 28 pianistas profesionales y universitarios vinculados a la Universidad EAFIT. Cada uno realizó el experimento completo en sesiones individuales de 30 minutos. De cada persona, se guardó un registro de sus años de experiencia en la ejecución del piano, como solista y como músico acompañante, y del número de horas semanales dedicadas a actividades de lectura a primera vista.

Se estima que Medellín cuenta con una población aproximada de 120 pianistas relacionados con los institutos de educación musical superior: Universidad EAFIT, Universidad Adventista, Instituto de Bellas Artes y Universidad de Antioquia. Con el fin de obtener un muestreo significativo, se espera recolectar un total de 50 registros para la segunda mitad del 2017.

El experimento se dividió en dos etapas: la primera se dedicó exclusivamente a la lectura de fragmentos de piezas para piano, mientras que la segunda buscó evaluar la capacidad de ubicarse en el teclado sin hacer uso de la mirada y la habilidad de aplicar conocimiento teórico musical directamente en la ejecución del piano, también conocida como piano funcional. El desempeño de cada pianista durante la totalidad del experimento se registró por medio de una cámara de video, un sistema de rastreo ocular remoto SMI Redn Scientific y un teclado eléctrico de 88 teclas con salida MIDI. SMI Redn Scientific es un sistema remoto que utiliza cámaras de alta velocidad para monitorear el comportamiento de los glóbulos oculares para señalar el

recorrido visual exacto de una persona expuesta a un estímulo visual determinado, el grado de dilatación de la pupila y el número de parpadeos, entre otros, número de datos. Ver anexo *Instrumentos de medida* para obtener más información sobre los equipos.

Al comienzo de cada sesión del experimento, se realizó el proceso de calibración propio del sistema de rastreo ocular y se garantizó que cada participante estuviera ubicado a la altura y distancia óptimas respecto al sensor infrarrojo. Para la primera etapa del experimento, los participantes debieron observar tres fragmentos de piezas para piano durante un periodo denominado como prelectura, y posteriormente ejecutar cada pieza de principio a fin, siguiendo un tempo de metrónomo determinado. Las piezas fueron escogidas por ser tonales, relativamente desconocidas en el repertorio pianístico y por contener diferentes tipos de estructuras musicales comunes. Los parámetros y descripción de cada fragmento se muestran en la tabla a continuación.

Compositor	Nombre de la pieza	Número de compases	Tempo del metrónomo	Tiempo de prelectura	Tipos de estructura musical
Friedrich Kuhlau	Sonatina op. 88 n. 4 movimiento 3	40	Negra a 55 pulsos por minuto	1 minuto	Escalas, tema repetido, contrapunto, acompañamiento en arpeggio quebrado, arpeggios, notas repetidas,

Johann Baptist Cramer	Estudio op. 50 n. 18	4	Corchea a 60 pulsos por minuto	30 segundos	Arpeggios, progresión armónica
Johann Sebastian Bach	Coral BWV 262 Alle menschen müssen sterben	4	Negra a 60 pulsos por minuto	30 segundos	Progresión armónica, acordes en bloque, contrapunto

Tabla 1: Material de lectura a primera vista

Sonatina op. 88 n. 4

F. Kuhlau

Alla Polacca

Piano

Figura 1: Fragmento de Sonatina op. 88 n. 4 de Kuhlau



Figura 2: Fragmento de Estudio op. 50 n. 18 de Cramer

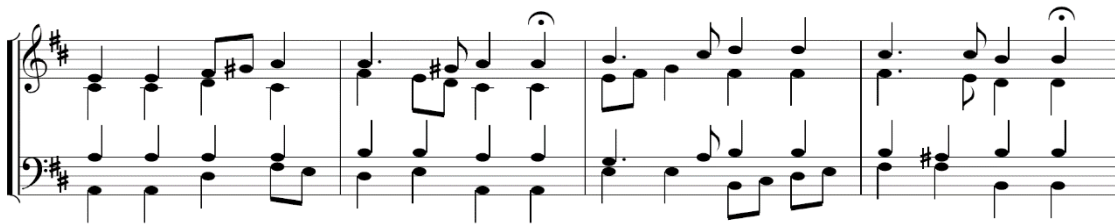


Figura 3: Fragmento de Coral BWV 262 de Bach

Para la segunda etapa del experimento, los pianistas debieron resolver tres ejercicios de piano funcional y uno de ubicación en el teclado. Para cada ejercicio, se le dio a cada participante un tiempo máximo de 5 minutos para observar y planear su ejecución, y cada ejecución se realizó siguiendo un pulso de metrónomo determinado. La descripción y parámetros de cada uno se muestran en la tabla a continuación.

Tipo de ejercicio	Tomado de:	Descripción	Número de compases	Tempo de metrónomo

DEL CONOCIMIENTO A LA CODUCTA OCULAR

Enlace	Album para la juventud op. 68 n. 4 Coral, de Robert Schumann.	Ejecutar los 2 compases tal cual están en la partitura e improvisar 2 compases más de acordes siguiendo la coherencia del enlace armónico.	4	Blanca a 60 pulsos por minuto
Armonización	A new approach to sight singing, por Berkowitz, Fontrier y Kraft. Página 51, ejercicio 246.	Ejecutar con la mano derecha los compases tal cual están en la partitura y armonizar dicha melodía con la mano izquierda.	8	Negra a 60 pulsos por minuto
Transposición	Método de transposición para piano Doupond. Página 5, ejercicio 5.	Ejecutar los 4 compases de la partitura directamente transpuestos a Mi Mayor.	4	Negra a 60 pulsos por minuto
Ubicación en el teclado	Original	Ejecutar los primeros 4 compases con mano derecha sola y últimos 4 compases con mano izquierda sola, sin mirar el	9	Negra a 60 pulsos por minuto

		<p>teclado. Para garantizar que no se hiciera uso de la mirada durante la ejecución, se ubicó un cartón como obstáculo visual a la altura del pecho de cada participante.</p>		
--	--	---	--	--

Tabla 2: Material de piano funcional y ubicación en el teclado



Figura 4: Ejercicio de enlace



Figura 5: Ejercicio de armonización

correctamente ejecutadas y pulsos atrasados y adelantados para cada grupo y se compararon los resultados.

El sistema de rastreo ocular viene integrado a un software para el análisis, estadística y mapeo de datos, llamado *BeGaze*. Por medio de este programa, se generaron: videos mostrando el recorrido de la mirada de cada participante; tablas de datos con número de parpadeos, fijaciones³, sacadas⁴ y regresiones⁵ sobre puntos específicos en las partituras, mapas de calor⁶ y *scanpaths*⁷.

Finalmente, se compararon todos los datos obtenidos para cada grupo y se observó si existen características o recorridos visuales especiales para el grupo de lectura avanzado C.

Resultados

De los 28 registros realizados hasta el momento, se han analizado los datos de nueve pianistas: tres por cada grupo A, B y C. Ver el anexo *Tablas de resultados* para ver en detalle los datos obtenidos.

³ Son pausas oculares que constituyen hasta el 90% de una lectura. Es durante estas pausas cuando se capta la información visual. Su duración fluctúa levemente alrededor de los 375 milisegundos (Rayner, K., 1998) y depende de la habilidad del lector y la complejidad del material que se está leyendo. (Túnez, M., Shifres, F., González, A., 2013).

⁴ Movimientos oculares extremadamente rápidos, entre 4 y 50 ms que ocurren entre fijaciones para reubicar el punto de enfoque de la mirada. Durante estos períodos el ojo no obtiene información visual. (Mendell, Hebert, 2008). Constituye del 5 al 20% de la lectura. (Túnez, M., Shifres, F., González, A., 2013).

⁵ Movimientos sacádicos que se realizan durante la lectura musical en áreas que ya habían sido escaneadas por el ojo. Generalmente son sacadas que se realizan de izquierda a derecha.

⁶ Imágenes donde un estímulo visual se divide en zonas codificadas por colores para ilustrar dónde un colectivo de personas enfocó más la mirada.

⁷ Imágenes donde se muestran los puntos exactos donde ocurrieron fijaciones dentro de cada estímulo registrado.

Relación entre el conocimiento en piano funcional y el nivel de lectura a primera vista

En las figuras 8 y 9, se puede observar el porcentaje de precisión lograda en la ejecución de las fases 1 y 2 del experimento respectivamente. Se compara el resultado promedio de cada grupo para cada uno de los ejercicios realizados. Al comparar las gráficas, es claro que existe una relación entre el desempeño de un pianista en lectura a primera vista y su nivel de destreza en piano funcional. Es decir, el conocimiento aplicado es primordial para la lectura a primera vista.

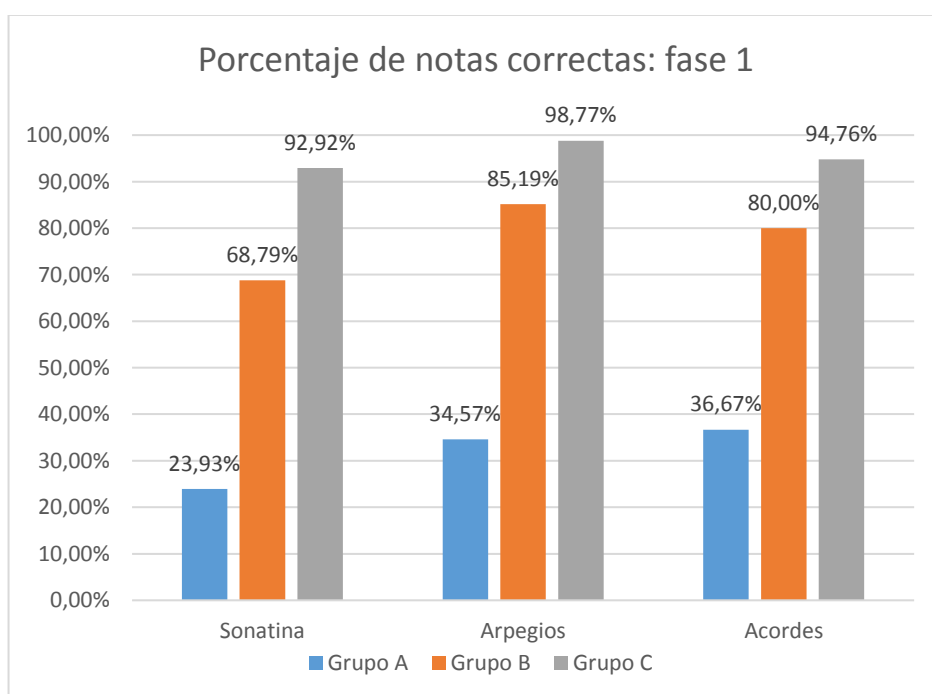


Figura 8: Gráfica de resultados de los ejercicios de lectura a primera vista

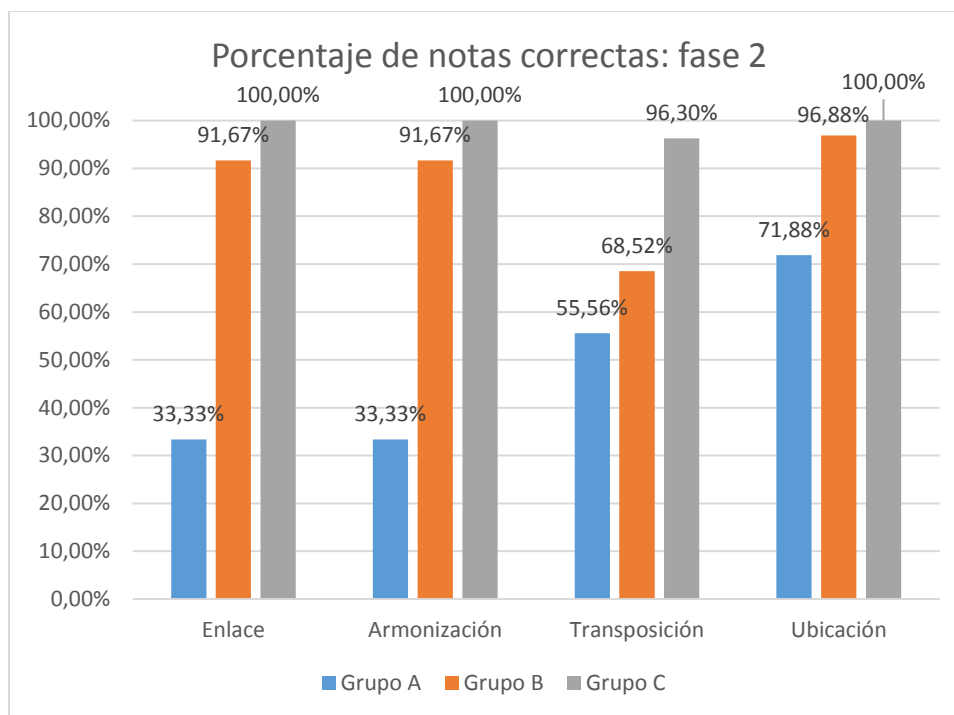


Figura 9: Gráfica de resultados de los ejercicios de piano funcional y ubicación en el teclado

Manejo del tiempo durante la lectura a primera vista

En la figura 10, se compara el promedio de veces que cada grupo de lectores miró hacia el teclado durante las tres actividades de lectura a primera vista. En cambio, la figura 11 presenta el porcentaje de tiempo que invirtieron los pianistas en mirar áreas distintas a la partitura durante esas mismas tres actividades. Aunque ambas gráficas muestran que, por lo general, el número de veces que una persona mira el teclado mientras lee una pieza musical, es proporcional al tiempo que está invirtiendo en no mirar la partitura, se pueden generar conclusiones respecto a la duración de las miradas al teclado: por ejemplo, el caso de la lectura del fragmento de sonatina y de acordes, los grupos A y B se encuentran relativamente parejos en número de miradas al teclado; sin embargo, el tiempo invertido mirando fuera de la partitura es mayor para A, probablemente porque las miradas al teclado son de mayor duración.

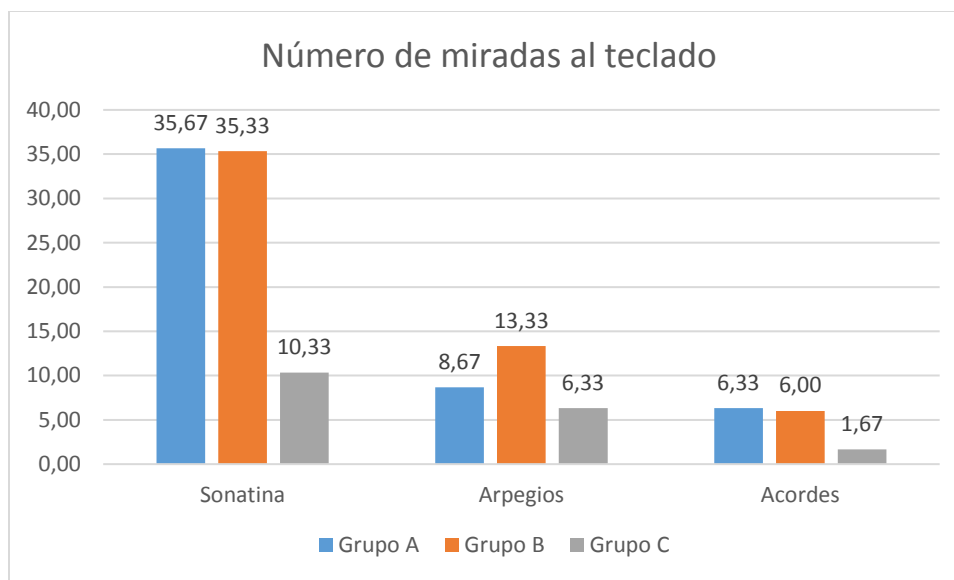


Figura 10: Gráfica de número de miradas al teclado durante la fase I del experimento

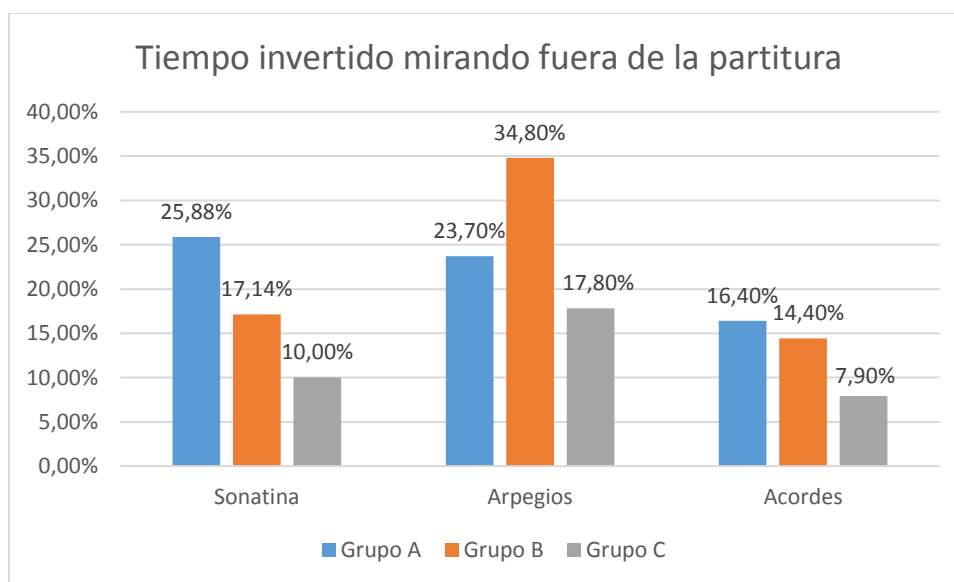


Figura 11: Gráfica del porcentaje de tiempo invertido en mirar áreas fuera de la partitura durante la fase I del experimento

El grupo C, consistentemente, realiza menos miradas al teclado, invirtiendo el mayor

porcentaje de tiempo posible en escanear la partitura; es decir, los lectores avanzados utilizan estrategias para optimizar al máximo el tiempo que miran el texto escrito.

Se esperaba además comprobar que existe una relación entre la habilidad para ubicar notas sin mirar el teclado y el tiempo invertido en mirar la partitura. Sin embargo, comparando las Figuras 9 y 11, el comportamiento de A y B no es consistente: A presenta el puntaje más bajo para la prueba de ubicación, pero en la lectura del fragmento de arpegios, fue B el que invirtió más tiempo mirando fuera de la partitura y el que realizó el mayor número de miradas al teclado. Mediante la figura 8, se sabe que B logró una precisión significativamente mayor en la ejecución de las notas del fragmento de arpegios, comparado con el desempeño de A. Por ello es posible que las pocas miradas al teclado realizadas por A respecto a B, en el fragmento de arpegios, revele que A tenía mayores dificultades reconociendo las notas, recurrió más a adivinar y, por ello, realizó menos miradas al teclado, ya que un pianista las realiza si no tiene una noción previa de qué notas desea buscar. Se puede decir que, de los tres fragmentos utilizados en este experimento, el de arpegios era el más difícil de leer nota por nota, ya que no presentaba ningún tipo de movimiento por grado conjunto; en efecto, para ejecutar las notas correctamente, era necesario identificar el patrón de arpegio quebrado en la mano derecha y los cambios armónicos por compás.

Áreas de enfoque durante los períodos de prelectura

Ver Anexo 3 *Mapas de calor* para observar los puntos de mayor enfoque de cada grupo durante el período de prelectura de las tres piezas en la fase 1 del experimento.

Para el fragmento de arpegios, el grupo C es el que da más importancia a los arpegios de la mano derecha, notando especialmente los cambios de armonía al principio de cada compás y

en las últimas dos semicorcheas del cuarto compás. Por otro lado, el grupo A y B observan poco los arpeggios y, en cambio, enfocan especialmente su atención en los acordes de la mano izquierda, sobre todo el del tercer compás, probablemente porque es el único acorde que contiene cinco notas y alteraciones fuera de la armadura. Esto indica que el grupo de lectores avanzados observó la partitura desde una perspectiva analítica, mientras que el grupo intermedio y principiante se preocuparon más por las zonas donde había agrupaciones de notas que fueran difíciles de leer simultáneamente.

Del fragmento de sonatina, el grupo B fue el único que leyó el nombre de la pieza y del compositor, y tanto el B como el C leyeron la indicación del carácter de la pieza. El grupo B fue entonces el que más se preocupó por contextualizar la obra, seguido por el C, mientras que el A se ocupó exclusivamente en escanear las notas. Comparando los tres grupos, el C es el que menos enfoque hace a la mano izquierda, probablemente porque el acompañamiento es de un patrón que se repite a lo largo de casi toda la pieza, y en general, observa el principio de los compases en los que ocurren cambios temáticos, como por ejemplo en el compás 18, donde la mano izquierda tiene una anacrusa de tresillo indicando el inicio del motivo de galopas; el compás 22, donde inicia una escala de re menor descendente en mano derecha sola; y el compás 26, donde empieza la re-exposición de la sonatina. Por otra parte, el grupo A parece enfocarse en las zonas donde la notación se ve más estrecha, con ritmos complejos o donde aparecen alteraciones fuera de la armadura, como es el caso del compás 6, donde aparece el primer do sostenido de la pieza, las galopas de los compases 15 y 16, y el inicio de la escala cromática en el compás 24. El grupo B sin embargo parece realizar un escaneo más general de toda la pieza y en especial, recorre visualmente la melodía en la re-exposición de la sonatina. Para esta partitura se puede concluir entonces que C miró la pieza desde una perspectiva formal, B desde una

perspectiva más melódica y A nuevamente se enfocó en las zonas complejas visualmente.

Por último, del fragmento de acordes, resulta curioso que el grupo A presta menos atención a la armadura, que B y C. Notar esto era importante, pues este fragmento contenía la dificultad armónica de empezar en V y terminar en vi. En general, B y C observaron en mayor detenimiento los movimientos dentro de las voces, especialmente el movimiento por corcheas, mientras que el A observó zonas donde las notas se repetían, como por ejemplo los últimos dos pulsos del cuarto compás. En este caso, se puede decir que B y C tenían mejores nociones del movimiento armónico de esta pieza y por ello invirtieron menos tiempo escaneando secciones con acordes repetidos, pues no se presentaban cambios armónicos.

Lectura de una escala en movimiento paralelo

Se analizó el desempeño visual de los participantes en los compases 34 y 35 del fragmento de sonatina, donde se presenta una escala a ser ejecutada con en ambas manos, en movimiento paralelo, a distancia de una octava. La figura 12 muestra el *scanpath* de un participante de cada grupo en la lectura de estos dos compases. Las figuras 13 y 14 presentan los resultados en duración promedio y número de fijaciones realizadas.

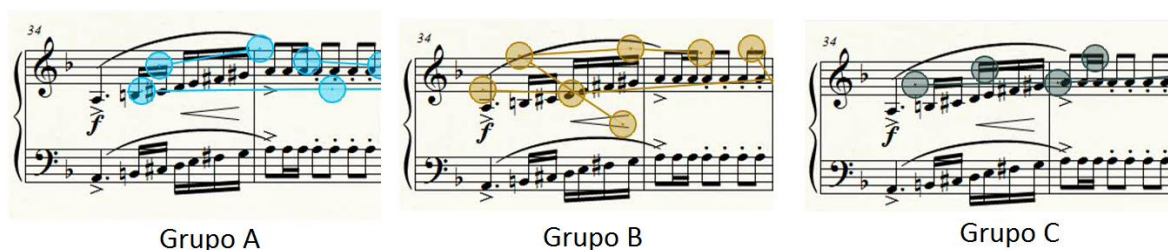


Figura 12: Scanpath de compases 34 y 35 del fragmento de sonatina

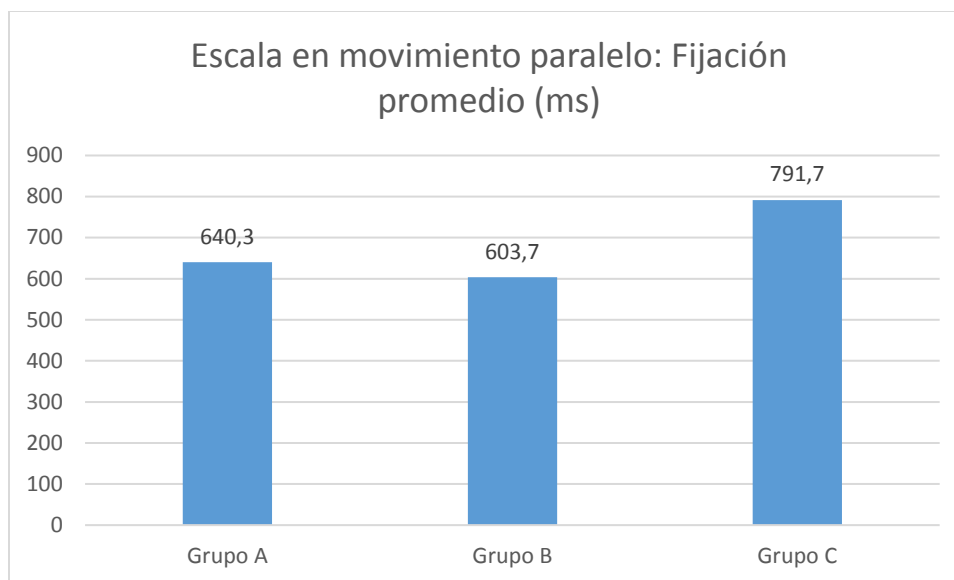


Figura 13: Gráfica de duración promedio de fijaciones en la escala de los compases 34 y 35 del fragmento de sonatina

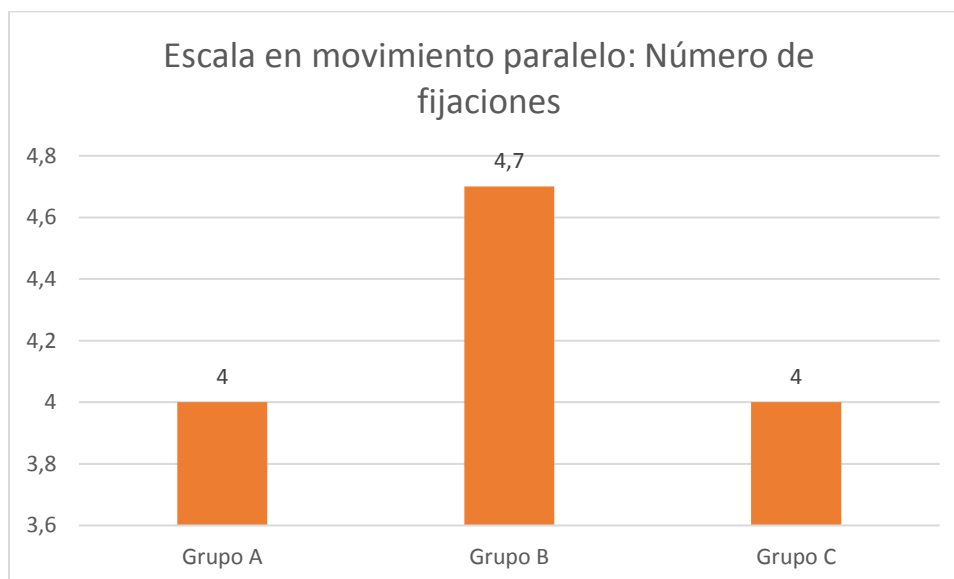


Figura 14: Gráfica de número de fijaciones en la escala de los compases 34 y 35 del fragmento de sonatina

Del *scanpath* se puede observar que los participantes del grupo A y C registraron número

similar de fijaciones para la lectura de la escala y no realizaron fijaciones en la mano izquierda, lo cual es consistente con la figura 14 que indica que el promedio de número de fijaciones en ambos grupos fue el mismo, mientras que el del grupo B fue ligeramente mayor. Sin embargo, es importante aclarar que la mayoría de los integrantes del grupo A no interpretaron la mano izquierda de esta escala, indicando que tuvieron dificultades en la lectura y no tuvieron tiempo para escanear la mano izquierda. En contraste, el grupo C si ejecutó ambas manos, notó fácilmente que el movimiento en la izquierda era idéntico al de la derecha y por lo tanto sólo le fue necesario observar el sistema de arriba. La conclusión es que el grupo C realizó igual número de fijaciones que el A pero obtuvo más información de esa misma lectura. Esto se evidencia también en la figura 13 que indica que las fijaciones de C fueron significativamente más prolongadas que la de los demás grupos.

Analizando el caso del grupo B, se observa que obtuvo las fijaciones de menor duración pero realizó el mayor número de fijaciones. Esto refleja que el grupo B presenta un desempeño ocular menos eficiente que el C, ya que logró ejecutar la escala con ambas manos, pero tuvo que realizar fijaciones en el sistema de abajo para comprobar que el movimiento de ambas manos era idéntico.

Lectura de una escala cromática

Se analizó el desempeño visual de los participantes al leer una escala cromática para mano derecha sola que iniciaba en las últimas tres semicorcheas del compás 23 y llegaba hasta la primera semicorchea del tercer pulso del compás 24 del fragmento de sonatina. La figura 15 muestra el *scanpath* de un participante de cada grupo en la lectura de estos dos compases. Las figuras 16 y 17 presentan los resultados en duración promedio y número de fijaciones realizadas.

DEL CONOCIMIENTO A LA CODUCTA OCULAR

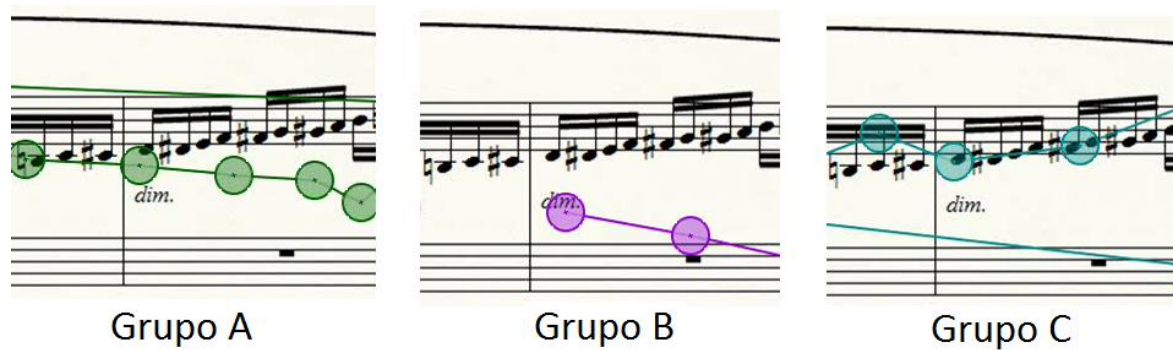


Figura 15: Scanpath de compases 23 y 24 del fragmento de sonatina

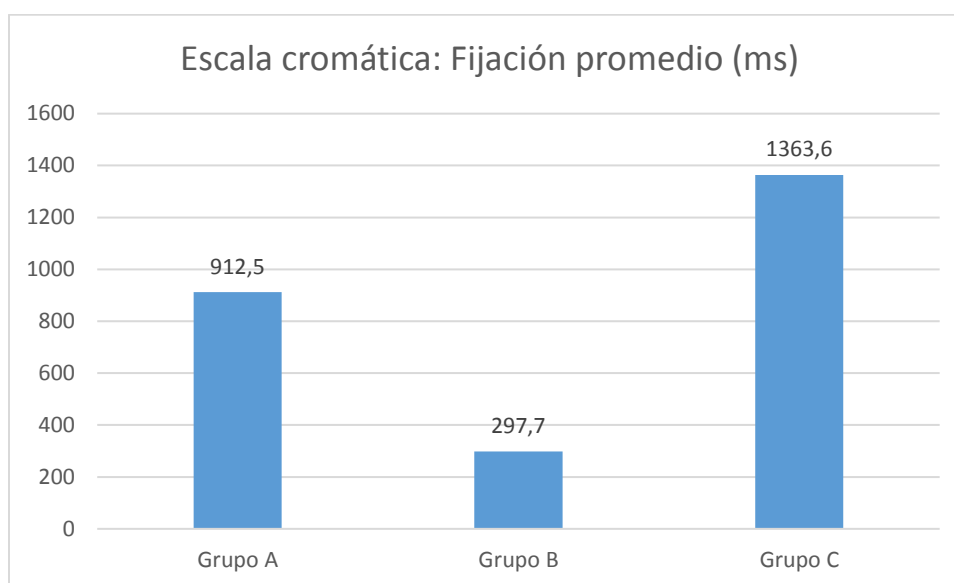


Figura 16: Gráfica de duración promedio de fijaciones en la escala de los compases 23 y 24 del fragmento de sonatina

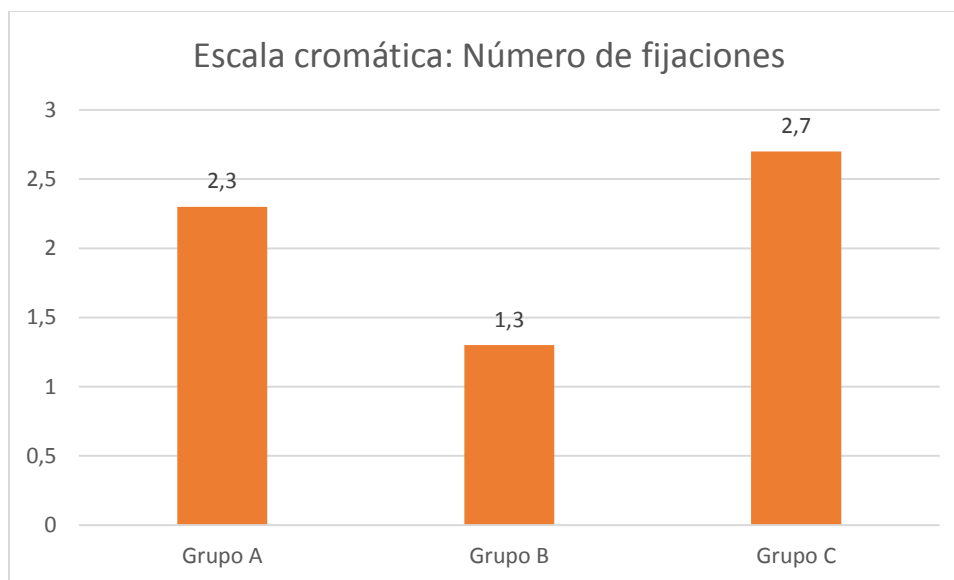


Figura 17: Gráfica de número de fijaciones en la escala de los compases 23 y 24 del fragmento de sonatina

Se observa aquí nuevamente que los lectores avanzados son los que registran las fijaciones de mayor duración, sin embargo, en este caso, también es el grupo que presenta el mayor número de fijaciones.

Lectura de enlace en bloques de acordes

Se analizó el desempeño visual de los participantes al leer dos compases un enlace armónico en bloques de acordes, en los compases 3 y 4 del fragmento de acordes. La figura 18 muestra el *scanpath* de un participante de cada grupo en la lectura en estos dos compases. Las figuras 19 y 20 presentan los resultados en duración promedio y número de fijaciones realizadas.

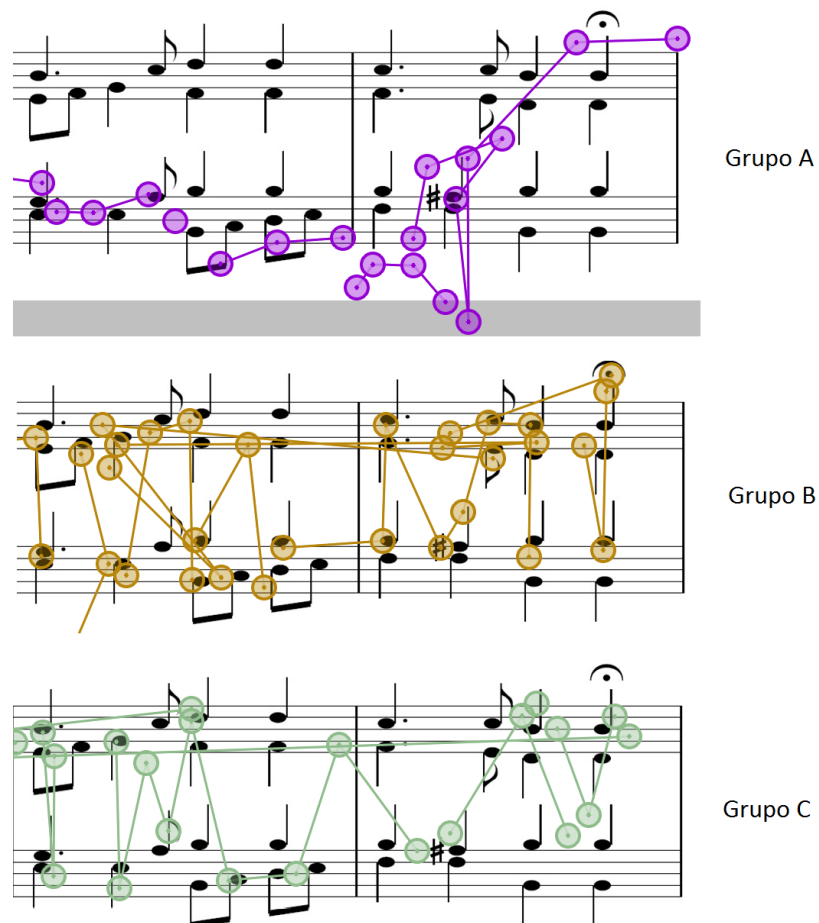


Figura 18: Scanpath de compases 3 y 4 del fragmento de acordes

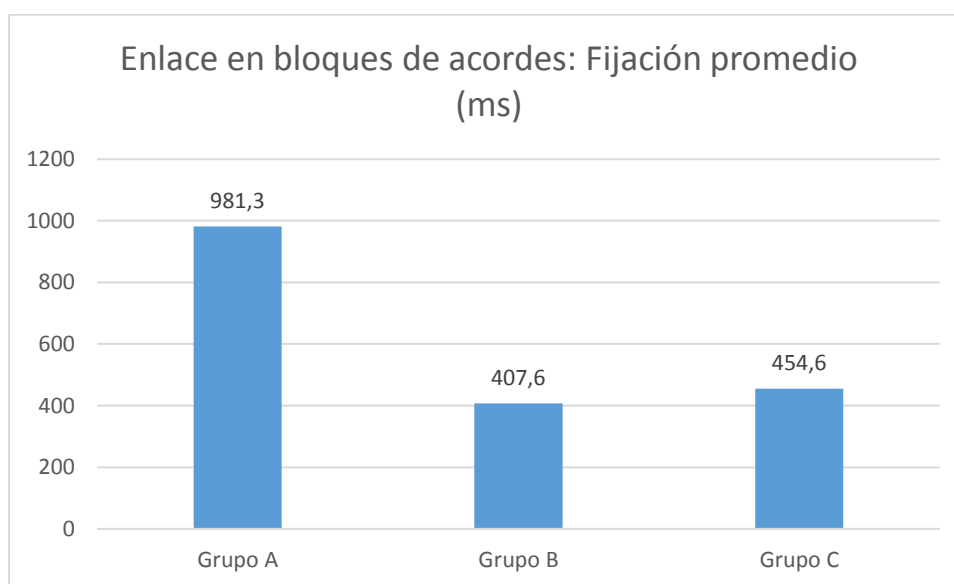


Figura 19: Gráfica de duración promedio de fijaciones en la enlace de los compases 3 y 4 del fragmento de acordes

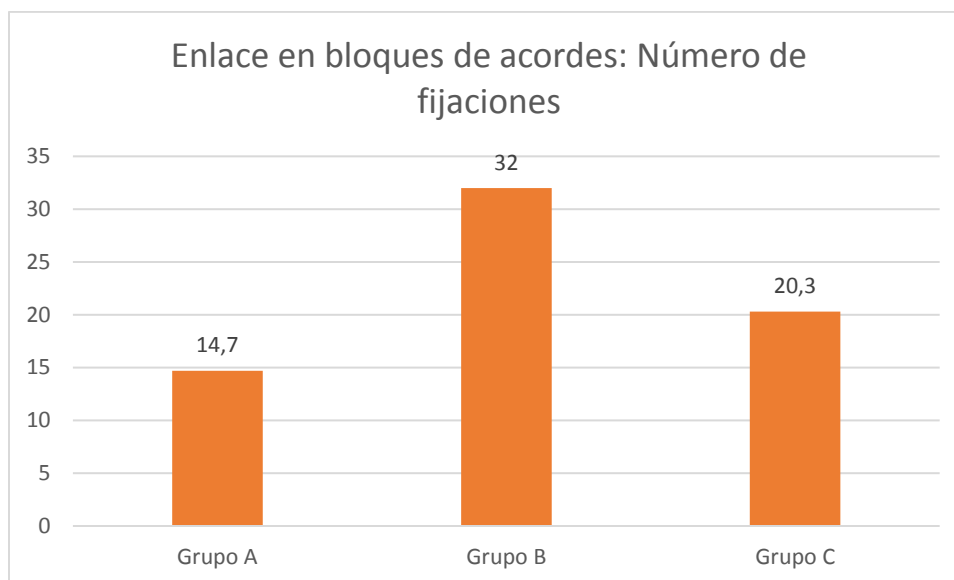


Figura 20: Gráfica de número de fijaciones en enlace de los compases 3 y 4 del fragmento de acordes

De las dos gráficas anteriores es claro que el grupo A realiza el menor número de fijaciones y tiene la mayor duración promedio. Al observar el *scanpath*, se evidencia que los participantes de este grupo presentan un recorrido visual relativamente lineal, indicando posibles dificultades para leer más de una nota por pulso. Dado que este grupo no logró escanear la mayoría de las notas presentadas en la partitura, es entendible que el número de fijaciones sea menor respecto a los demás.

Por otro lado, los grupos B y C registran fijaciones con duración promedio muy similar. Los *scanpaths* muestran que ocurrieron fijaciones en casi todas las notas, sin embargo el recorrido ocular en C aparece más ordenado, con un recorrido en zigzag, mientras que el B presenta un mayor número de regresiones, y por ello, es el grupo que registra mayor número de

fijaciones para este fragmento.

Lectura de un arpeggio

Se analizó el desempeño visual de los participantes al leer un patrón de arpeggio en el compás 3 del fragmento de arpeggios. Dicho compás contiene un patrón de arpeggio en la mayor con séptima para la mano derecha y un acorde en bloque con la misma armonía en la mano izquierda. La figura 21 muestra el *scanpath* de un participante de cada grupo en la lectura ese compás. Las figuras 22 y 23 presentan los resultados en duración promedio y número de fijaciones realizadas.

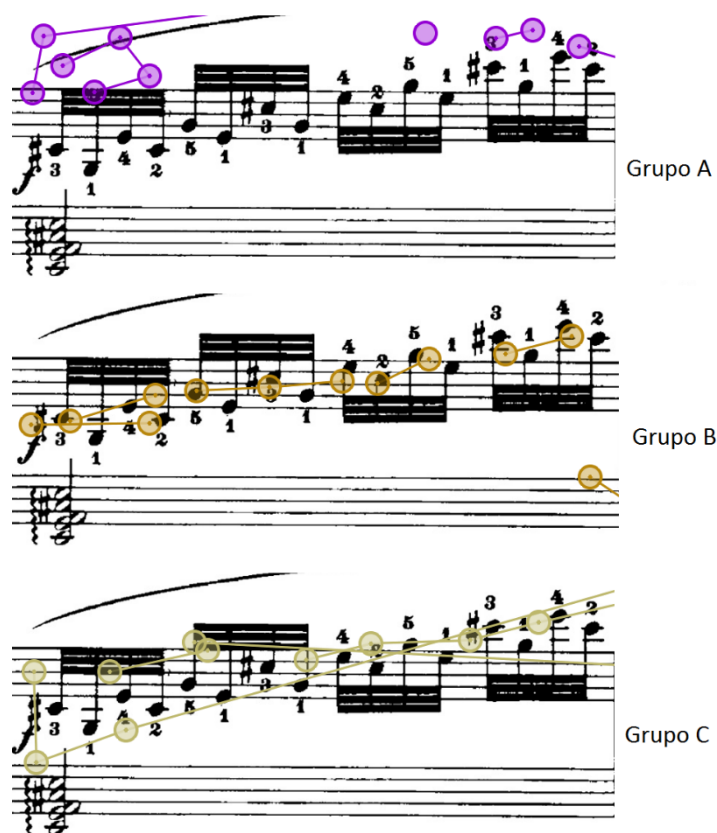


Figura 21: Scanpath del compás 3 del fragmento de arpeggios

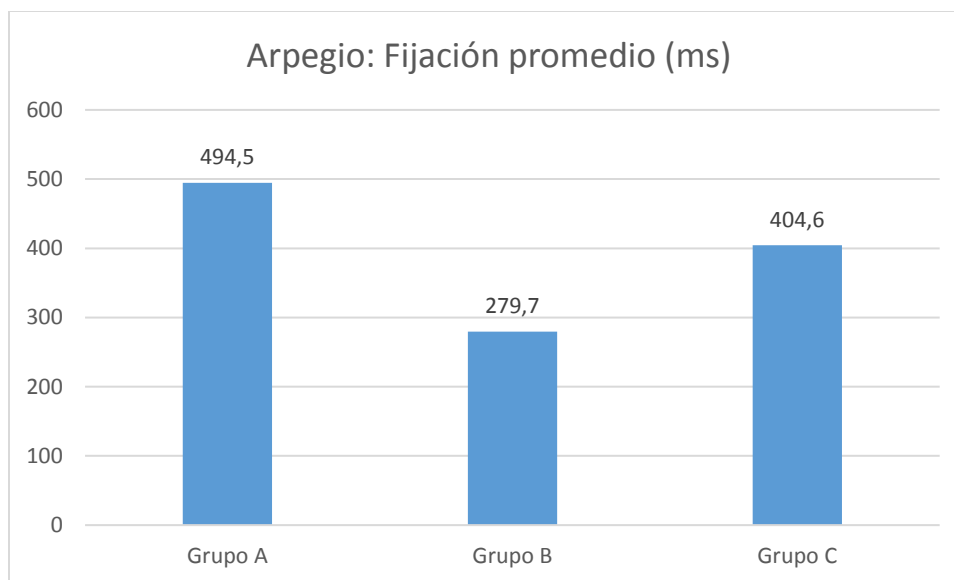


Figura 22: Gráfica de duración promedio de fijaciones en el compás 3 del fragmento de arpegios

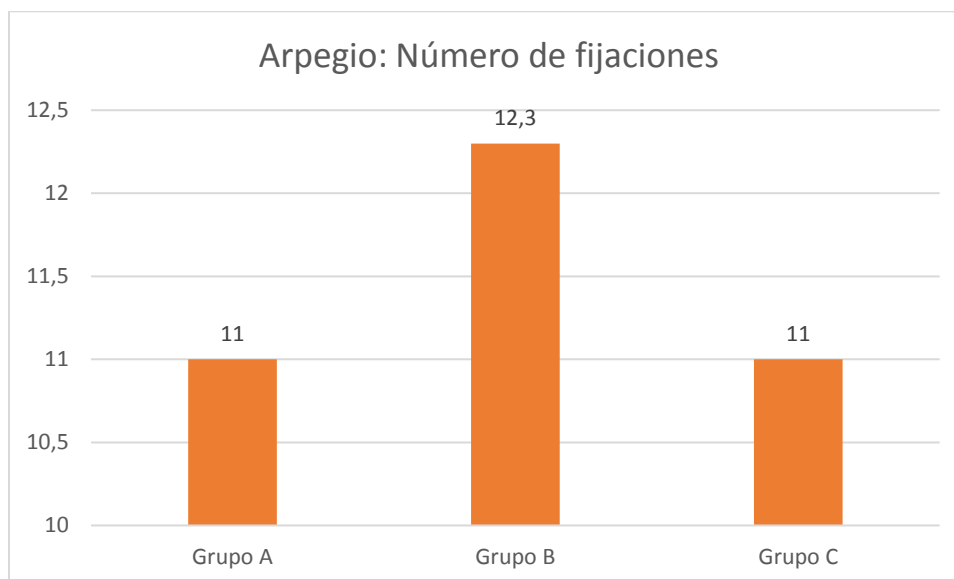


Figura 23: Gráfica de número de fijaciones en el compás 3 del fragmento de arpegios

Al igual que en el fragmento de escala en movimiento paralelo, se tiene un registro de igual número de fijaciones para el grupo A y C. Sin embargo el grupo de lectores avanzados es el

único que registra fijaciones a lo largo de todo el arpeggio, además del acorde en el sistema de la mano izquierda. Como se ha discutido anteriormente, el grupo A tuvo dificultades en la lectura de los arpeggios, probablemente por recurrir a la lectura de nota contra nota, en vez de analizar el patrón musical que se presenta en esta partitura. Se puede ver en el *scanpath* que el participante del grupo A necesitó de muchas fijaciones para escanear un sólo grupo de cuatro semicorcheas y por ello quedó sin tiempo para los demás grupos de semicorcheas y tuvo que saltar directamente al final del compás.

Conclusiones

En general, todos los resultados hasta el momento apuntan a que los lectores avanzados aplican el conocimiento teórico de la música para ser más eficientes en sus lecturas. Su estrategia se basa en identificar armonías y diferentes tipos de patrones musicales con el fin de no leer nota a nota, tener barridos oculares organizados, pasar el máximo de tiempo posible observando la partitura en vez del teclado y optimizar el número de fijaciones realizadas al no quedarse observando pasajes donde las notas son repetidas o altamente predecibles. No obstante, el tamaño de la muestra del análisis de este experimento, hasta el momento, es bastante pequeño. Se espera que ampliando el rango de participantes, se obtengan datos aún más claros y contrastantes entre los tres grupos de lectores.

Los resultados del análisis del desempeño ocular de los pianistas frente a distintos patrones musicales son muy inconsistentes: escala en movimiento paralelo, escala cromática, enlace de acordes en bloque y arpeggio. Se esperaba que el grupo C, de los tres grupos, registrara el menor número de fijaciones con menor duración promedio en cada patrón, ya que así sería consistente con el comportamiento ocular de los lectores avanzados en otros experimentos

anteriores (Goolsby, 1994b). Por el contrario, el grupo C y A presentan constantemente resultados similares, mientras que el grupo B es más irregular y se encuentra siempre en extremos. En este punto del experimento, no es posible aún dar razones para este comportamiento. Puede que estas inconsistencias sean debido a que el tamaño de muestra es pequeño o que los grupos, en especial el B, tengan una conformación de participantes muy heterogénea. Será entonces necesario reevaluar las áreas escogidas para el análisis de los patrones musicales y realizar un estudio más atento de estas zonas con un tamaño de muestra mucho más amplio.

Bibliografía

Bastien, J (1990). *A line a day sight reading*. California: Niel A. Kjos Music Company.

Berkowitz, S., Fontrier, G., Kraft, L. (1997). *A new approach to sight singing* (4a. ed.). USA: W. Norton & Company Inc.

Billam, P. (2006) *Forty Bach Chorales*. [en línea] Disponible en:

http://www.pjb.com.au/mus/arr/us/satb_chorales.pdf

Cramer, J. (ca. 1890). *Studio per il pianoforte op. 50*. Leipzig: C.F. Peters.

Doupond. (2010). *Método de transposición*. Barcelona: Boileau

Goolsby T. (1994a). Profiles of processing: eye movements during sight reading. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal* 12(1), 97-123.

Goolsby T. (1994b) Eye movement in music reading: effects of reading ability, notational complexity, and encounters. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal* 12(1), 77-96.

Klee, L. (1893). *Sonatinas for the Piano by Frederick Kuhlau*. New York: G. Schirmer.

Madell, J., Hébert, S. (2008) Eye Movements and Music Reading: Where Do We Look Next?

Music Perception: An Interdisciplinary Journal 26(2), 157-170.

Rayner K. (1998). Eye movements in reading and information processing 20 years of research.

Psychological Bulletin 124(3), 372-422

Rönnau, K. (1986) *Robert Schumman Album para la juventud op. 68*. Madrid: Real Musical.

Sloboda J. (1974) The eye-hand span: an approach to the study of sight reading. *Psychology of*

Music 2, 4-10.

Sloboda J. (1977). Phrase units as determinants of visual processing in music reading. *British*

Journal of Psychology 68, 117-124.

Truitt, F., Clifton C., Pollastek, A., Rayner, K. (1997). The perceptual span and the eye-span in

sight reading music. *Visual Cognition* 4(2), 143-161.

Túnez, M., Shifres, F., González, A. (2013). El rango ojo mano en la lectura pianística a 1ra.

vista enmarcado en un videojuego. *Actas de ECCoM*. 1(1), 223-330.

Anexo 1: Instrumentos de medida

Teclado eléctrico



Yamaha Digital piano P-255. Con 88 teclas, pedal

Sistema de rastreo ocular



SMI Redn Scientific, La barra ubicada en el lado inferior al monitor del computador es donde se ubican los sensores para monitorear el comportamiento ocular mientras que en el monitor se

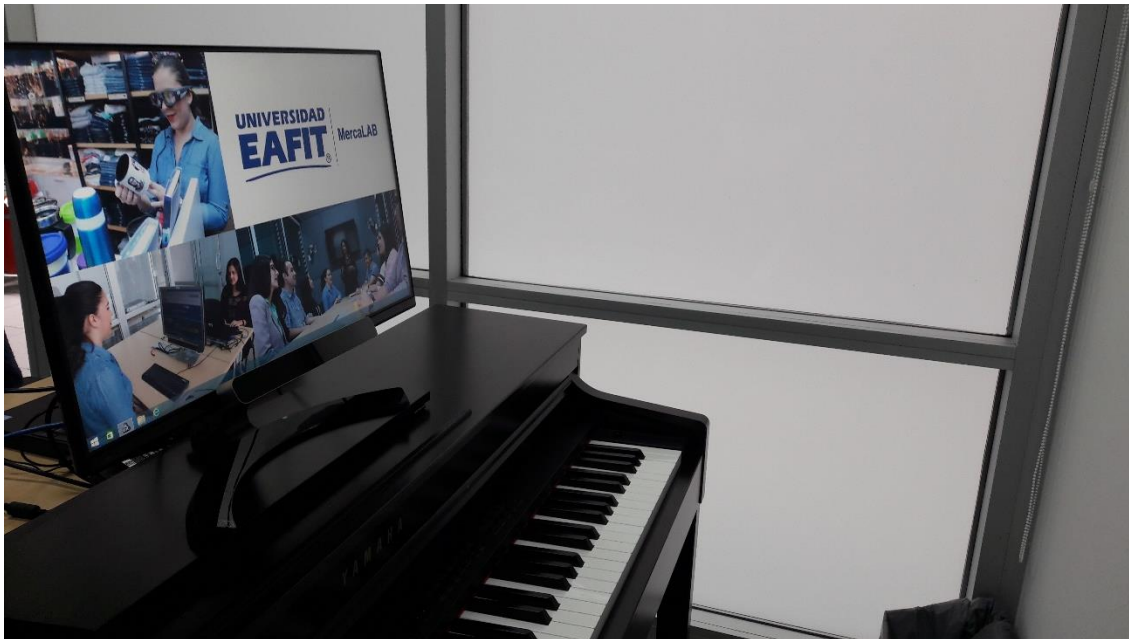
presentan los estímulos visuales del experimento.

Cámara de video



Canon EOS Rebel T 3i

Montaje completo del laboratorio



Anexo 2: Tabla de resultados

Puntaje por notas correctas

	Sonatina	Arpeggios	Acordes	Enlace	Armonización	Transposición	Ubicación
Total	659	81	70	4	8	18	32

Grupo C							
# Participante	Sonatina	Arpeggios	Acordes	Enlace	Armonización	Transposición	Ubicación
5	633	81	65	4	8	18	32
9	583	79	68	4	8	16	32
16	621	80	66	4	8	18	32
Promedio	621,33	80	66,3	4	8	17,3	32
Porcentaje	92,92%	98,77%	94,76%	100,00%	100,00%	96,30%	100,00%

Grupo B							
# Participante	Sonatina	Arpeggios	Acordes	Enlace	Armonización	Transposición	Ubicación
1	426	71	54	4	8	15	32
6	420	63	62	3	7	12	30
17	514	73	52	4	7	10	31
Promedio	453,33	69	56	3,67	7,33	12,33	31
Porcentaje	68,79%	85,19%	80,00%	91,67%	91,67%	68,52%	96,88%

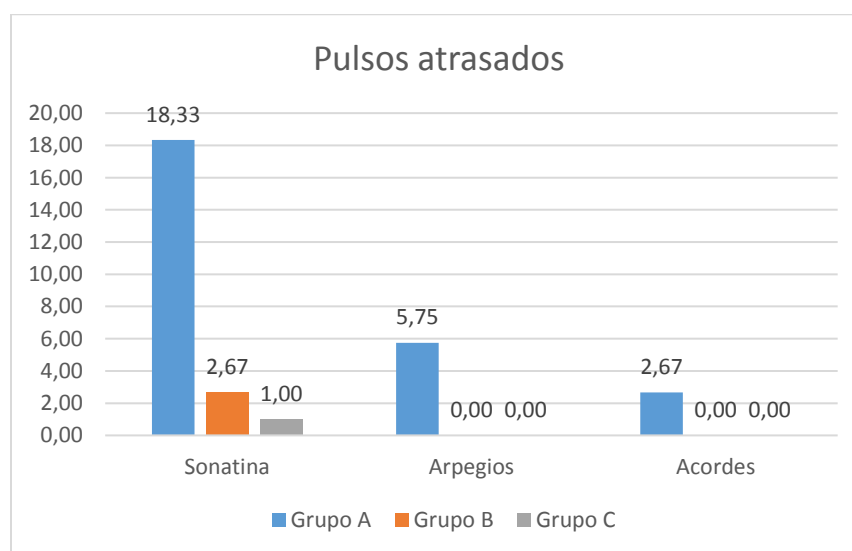
Grupo A							
# Participante	Sonatina	Arpeggios	Acordes	Enlace	Armonización	Transposición	Ubicación
7	253	41	29	2	4	8	28
19	164	37	28	1	4	12	23
20	56	6	20	1	0	10	18
Promedio	157,67	28	25,67	1,33	2,67	10	23
Porcentaje	23,93%	34,57%	36,67%	33,33%	33,33%	55,56%	71,88%

Pulsos atrasados durante la lectura a primera vista

Grupo C			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
5	2	0	0
9	1	0	0
16	0	0	0
Promedio	1	0	0

Grupo B			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
1	4	0	0
6	2	0	0
17	2	0	0
Promedio	2,67	0	0

Grupo A			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
7	17	4,25	2
19	23	8	4
20	15	5	2
Promedio	18,33	5,75	2,66

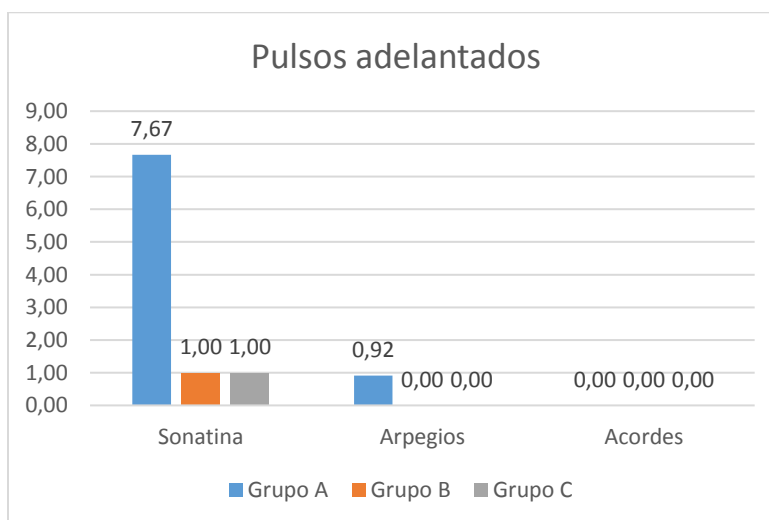


Pulsos adelantados durante la lectura a primera vista

Grupo C			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
5	2	0	0
9	0	0	0
16	1	0	0
Promedio	1	0	0

Grupo B			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
1	0	0	0
6	1	0	0
17	2	0	0
Promedio	1	0	0

Grupo A			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
7	2	0,75	0
19	3	0	0
20	18	2	0
Promedio	7,67	0,92	0

**Número de miradas al teclado durante la lectura a primera vista**

Grupo C			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
5	7	3	0

DEL CONOCIMIENTO A LA CODUCTA OCULAR

9	15	4	1
16	9	12	4
Promedio	10,33	6,33	1,67

Grupo B			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
1	33	No hay video	4
6	46	19	10
17	27	13	4
Promedio	35,33	16	6

Grupo A			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
7	33	10	4
19	41	9	8
20	33	7	7
Promedio	35,67	8,67	6,33

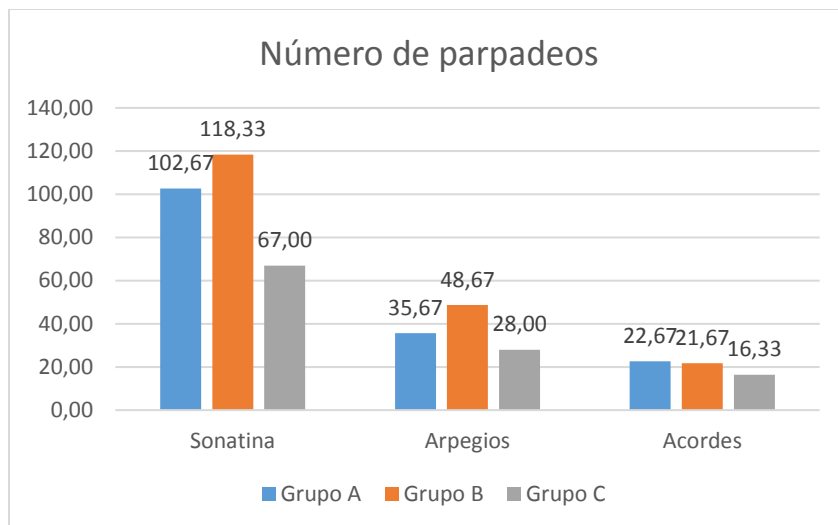
Número de parpadeos durante la lectura a primera vista

Grupo C			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
5	34	10	2
9	60	28	18
16	107	46	2
Promedio	67	28	16,33

Grupo B			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
1	106	52	17
6	133	47	34
17	116	47	14
Promedio	118,33	48,67	21,67

Grupo A			
# Participante	Sonatina	Arpegios	Acordes
7	83	34	14
19	91	42	34
20	134	31	20
Promedio	102,67	35,67	22,67

DEL CONOCIMIENTO A LA CODUCTA OCULAR



Anexo 3: Mapas de calor



DEL CONOCIMIENTO A LA CODUCTA OCULAR

Sonatina op. 88 n. 4

Alta Polacca F. Kuhlén

Piano

Sonatina op. 88 n. 4

Alta Polacca F. Kuhlén

Piano

Sonatina op. 88 n. 4

Alta Polacca F. Kuhlén

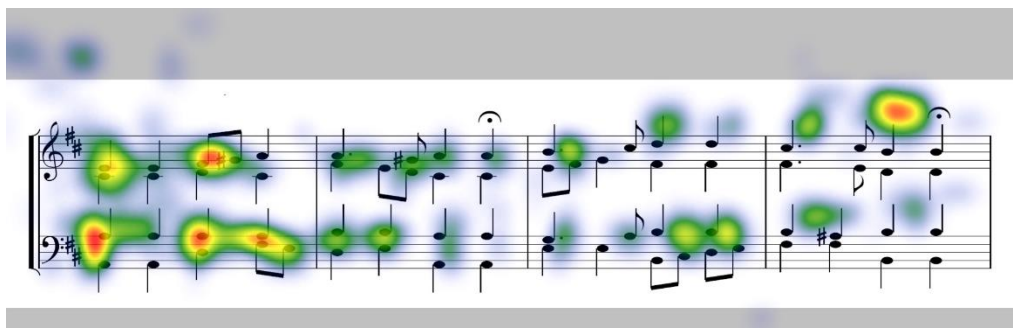
Piano

Grupo A

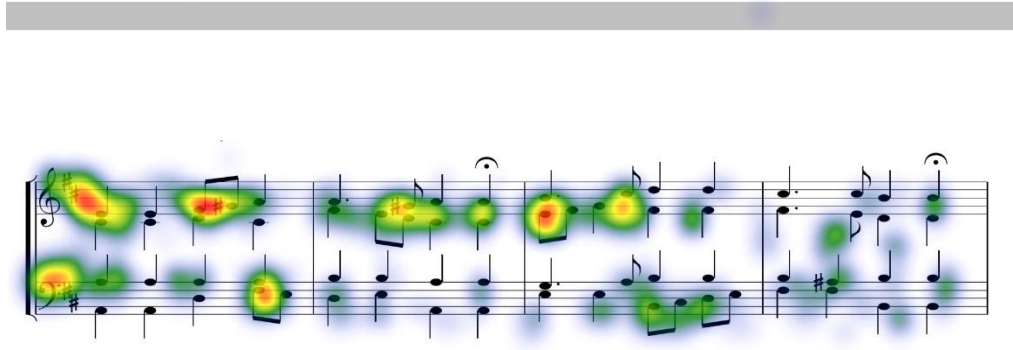
Grupo B

Grupo C

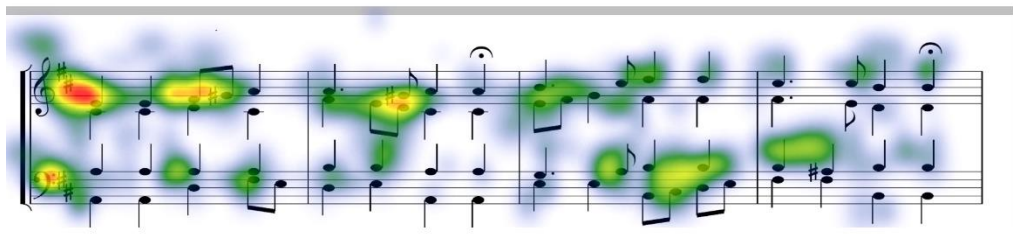
DEL CONOCIMIENTO A LA CODUCTA OCULAR



Grupo A



Grupo B



Grupo C