

El Editor de Partituras como Medio para Facilitar el Estudio de la Lectura Musical Cantada

**M^a del Mar Galera Núñez¹, Jesús Tejada Giménez²,
Eva Trigo Sánchez³**

¹ Dpto. de Didáctica de la Expresión Musical y Plástica. Universidad de Sevilla.

² Dpto. de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Universidad de Valencia.

³ Dpto. de Psicología Experimental. Universidad de Sevilla.

España

Correspondencia: M^o del Mar Galera Núñez. Dpto. Didáctica de la Expresión Musical y Plástica. Facultad de Ciencias de la Educación. C/ Pirotecnia. C.P: 40013. Sevilla. España. E-mail: mmgalera@us.es

© Education & Psychology I+D+i and Editorial EOS (Spain)

Resumen

Introducción. El aprendizaje de la lectura musical es una tarea compleja cuya dificultad se acentúa más si su enseñanza ha de adaptarse a un alumnado heterogéneo en cuanto a conocimientos previos musicales. Según la Teoría de la Carga Cognitiva el aprendizaje de contenidos complejos o el desarrollo de nuevas habilidades impone un esfuerzo cognitivo que depende de varios factores: el entorno de aprendizaje, la dificultad del material y los conocimientos previos.

Método. El presente estudio trató de comparar la calidad de lectura musical de once alumnos con diferentes estudios musicales previos que utilizaron dos medios de ayuda durante el estudio: el instrumento habitual y un programa de edición de partituras. La teoría de la carga cognitiva se utilizó como paradigma para determinar cuál de los medios sería el más efectivo según la dificultad de los ejercicios propuestos y el tipo de preparación musical previa de los alumnos. Para ello se realizó un análisis factorial mixto en el que se contemplaron dos variables independientes intra-grupo: 1) el tipo de medio utilizado y 2) la dificultad de las partituras; y una inter-grupo: el tipo de estudios musicales previos.

Resultados. Los resultados sugirieron que, para la mayoría de las variables asociadas a la carga cognitiva, cuando los alumnos no tenían estudios musicales reglados y se enfrentaban a partituras de mayor dificultad, el editor de partituras resultaba más efectivo como ayuda que el instrumento musical habitual. Al parecer, el software de notación musical pudo suponer una menor carga cognitiva adicional en dichas condiciones.

Discusión y conclusiones. El hecho de que el editor muestre de una manera directa la relación entre el código escrito y su correspondencia sonora posibilita que los alumnos y alumnas puedan memorizar de una manera más efectiva esta relación. La inclusión de este tipo de herramientas dentro del currículo podría beneficiar tanto a los alumnos con dificultades como aquellos que tienen amplios conocimientos. Las diferentes opciones que ofrece el software entre las que se encuentran la edición de partituras o la composición inducen a pensar de este modo.

Palabras Clave: teoría de la carga cognitiva, lectura musical, editores de partituras, instrumento musical.

Recepción: 27/08/12

Aceptación inicial: 10/12/13

Aceptación final: 11/03/13

The Score Editor as a Means to Facilitate the Study of Singing Musical Scores

Abstract

Introduction. Learning music reading is a complex task which gets more difficult if it has to handle with students who have different levels of music knowledge. The cognitive load theory maintains that acquiring new knowledge or the development of new abilities imposes a cognitive effort which depends on: a) instructional design; b) complexity of the task and c) previous knowledge.

Method. In the present study eleven students varying in previous musical studies participated in a comparative assessment of music reading exercises using two different kinds of help: usual music instrument and music notation software. Load Cognitive Theory was used as a conceptual framework to determine which interface would be better (imposing low cognitive load) according to both exercises' difficulty levels and students' previous musical studies. The study involved a mixed factorial experimental design with the following independent within-subjects factors and levels 1) Type of Interface: music instrument and music notation software; 2) Music exercises difficulty: level I and level II. The between-subject factor in this study was: 3) Previous Musical Studies: academic and non-academic music studies.

Results. Results showed that for the most of variables related with cognitive load, music notation software seemed that imposes less additional cognitive load than music instrument when students had no academic music studies and especially when they studied high-level music exercises. In these cases music notation software was a useful help to support music score study.

Discussion or Conclusion. The music notation software allows to perceive clearly the relationship between written notation and sound and probably it makes easier the memorization of these pairs. This kind of media could be a useful tool for students with difficulties and for those who didn't because of the options' software, which allows music edition, composing, etc.

Keywords: cognitive load theory, music reading, music notation software, music instrument.

Received: 08/27/12

Initial acceptance: 12/10/12

Final acceptance: 03/11/13

Introducción

Nuestra investigación trata de afrontar un problema real enmarcado dentro de los estudios de Maestro especialista en Educación Musical. En el primer año de la titulación una de las asignaturas con mayor carga docente es Lenguaje Musical. Dentro de la asignatura uno de los objetivos principales es que los alumnos y alumnas sean capaces de realizar una lectura cantada del código musical escrito.

Las clases están conformadas por un alumnado muy heterogéneo que incluye aquéllos que tienen estudios de Conservatorio, aquéllos que han recibido clases dentro de una enseñanza no reglada de música, otros que han aprendido de manera autodidacta a tocar de oído algún instrumento y quienes no tienen ningún tipo de conocimientos o habilidades musicales. En la mayoría de los casos, los alumnos y alumnas no cuentan con las destrezas necesarias para leer notación musical occidental. Y esto hace que no puedan llevar a cabo una lectura musical correcta de la partitura. Es decir, no disponen de representaciones mentales de los sonidos y no pueden abordar con éxito el estudio de la música –basada en su mayoría- en el sistema notacional occidental.

Ante esta dificultad, la mayoría de ellos opta por utilizar un instrumento musical como medio que les guíe en la entonación melódica, lectura cantada de la partitura. De manera frecuente, el proceso de aprendizaje se vuelve lento y tedioso debido a la doble dificultad: tener que tocar en el instrumento la partitura propuesta con el fin de saber cómo ha de ser sonar, y practicar con la voz simultáneamente ese modelo sonoro obtenido gracias al instrumento.

El aprendizaje de contenidos complejos o el desarrollo de nuevas habilidades requiere un esfuerzo cognitivo que varía en función de distintos factores. La *teoría de la Carga Cognitiva* (TCC) mantiene que es más fácil que se desarrollen o adquieran estos esquemas si el entorno de aprendizaje es capaz de minimizar la carga cognitiva extraña (innecesaria) que ha de soportar la Memoria de Trabajo (MT). Debido a la capacidad limitada de esta memoria, toda sobrecarga durante el aprendizaje supone que parte de la información entrante se pierda y que por tanto, no llegue a almacenarse en la Memoria a Largo Plazo (MLP) como esquemas mentales, es decir, como conocimiento (Schnotz & Kürschner, 2007; Sweller, 2005).

La carga cognitiva total soportada por la MT parece depender de tres factores (Schnotz & Kürschner, 2007):

1. Las *características del alumno*: los conocimientos previos en relación a un determinado material (partitura) determinarán una mayor o menor carga, ya que las estructuras almacenadas en la MLP favorecen el automatismo de la lectura a través del agrupamiento perceptual. Es decir, los alumnos y alumnas con alta habilidad en la descodificación de notación, no necesitan tanto el recurso de la atención al tener automatizados los procesos implicados. Con esta disminución de los recursos de atención, se quedarían libres más recursos cognitivos y por tanto la carga cognitiva sería menor.

2. Las *características o dificultad del material*. Para comprender el contenido de una partitura es necesario tratar sus elementos: ritmo, alturas, etc... de manera simultánea. Es decir, comprender cada elemento por separado y a la vez las relaciones que se establecen entre ellos. Esto produce que exista una alta interacción entre sus elementos. Si los elementos ya se encuentran alojados en la MLP y automatizados, la carga de la MT disminuye. Sin embargo, si los elementos notacionales de cada parámetro musical han de ser tratados conscientemente, la interacción entre ellos provocará un aumento de la carga cognitiva.

3. Las *características del medio de aprendizaje o el entorno*. Algunos entornos o medios pueden provocar que el alumno deba procesar simultáneamente un número de elementos innecesarios o bien, que deba integrar mentalmente informaciones procedentes de distintas fuentes de información que se encuentran física o temporalmente separadas. Esto provoca un aumento de la carga cognitiva extraña en la MT y que esta sobrecarga interfiera en el aprendizaje. Es lo que ocurre cuando los alumnos y alumnas con pocos conocimientos musicales utilizan el instrumento como medio de ayuda para obtener un modelo sonoro con el que guiar su lectura cantada de la partitura. Continuamente han de estar desviando su atención entre el instrumento y la partitura y esto hace que el estudio de la música sea terriblemente fatigoso debido a este alto requerimiento de atención.

En el caso de nuestro estudio y para los alumnos y alumnas noveles que no tienen conocimientos suficientes, la información procedente de la partitura y la información auditiva procedente del instrumento son esenciales para que éstos puedan realizar una asociación simbólica entre sonido y notación. Cuando se lee notación musical con el instrumento, los

alumnos y alumnas noveles sufren una sobrecarga producida por diferentes factores. El hecho de que el alumno tenga que retener la información visual de la partitura mientras la convierte en acciones motoras que generan el sonido correspondiente en el instrumento y que, en la mayoría de los casos, durante este proceso deban apartar la vista del papel para fijarla en la posición del instrumento, provoca que necesiten retener la información visual de la partitura para después correlacionarla con la auditiva procedente del instrumento. Es decir, se produce una división de la atención entre las dos fuentes: la partitura y el instrumento, lo cual no favorecería el aprendizaje. Por otro lado, los alumnos y alumnas han de integrar mentalmente estos dos tipos de información (visual y auditiva) pues no se dan de forma simultánea. Esto produce que la carga cognitiva que se genera en este contexto de aprendizaje sea tal, que pueda provocar que el sistema se colapse y que por tanto la MT no cuente con los recursos necesarios para relacionar y almacenar dicha información.

La estrategia más común para examinar la carga cognitiva en los diseños que incluyen diferentes medios de ha sido la de “doble tarea” o “atención dividida” (Oviatt, 2006, p. 874). Este tipo de método examina la carga cognitiva de una manera directa y objetiva, y se basa en las limitaciones cognitivas que poseemos para hacer frente a dos tareas impuestas de forma simultánea (Brünken, Plass & Leutner, 2003, p.57). Los resultados obtenidos en la segunda tarea pueden ofrecernos una valoración sobre la capacidad mental disponible para hacer frente a la carga cognitiva externa impuesta por el medio (Oviatt, 2006, p.874). En nuestro caso, los alumnos y alumnas realizan durante el estudio dos tareas a la vez: percibir auditivamente el modelo sonoro y reproducir ese modelo sonoro con la voz. Comparando los distintos índices de carga cognitiva cuando los mismos sujetos utilizan diferentes medios para tareas de similar dificultad se obtendría información sobre la carga externa requerida por distintos tipos de medios, ya que tanto las características del sujeto como las de la tarea se mantendrían constante.

En relación a la medición de la carga cognitiva, Brünken, Plass y Leutner (2003) clasifican los métodos que tratan de medir la carga cognitiva según dos dimensiones: la objetividad y la relación causal. La objetividad indica si los métodos utilizan medidas subjetivas (cuestionarios de opinión, observación subjetiva) o medidas objetivas (resultados, indicadores fisiológicos). Paas y van Merriënboer (1994a) afirman que las medidas basadas en los resultados junto a las del esfuerzo mental pueden proporcionar información sobre: a) el coste cognitivo que ha requerido la tarea y b) la relativa eficiencia de las condiciones de aprendizaje. Las variables asociadas comúnmente a la medición de resultados son entre otras: el tiempo de

realización y la corrección en los resultados (Oviatt, 2006, p.874). Asimismo, las escalas de valoración subjetiva parecen ser una medida prometedora dentro de la TCC (Paas, van Merriënboer & Adam, 1994, p.131).

Torgesen (1986) habla de la importancia de los automatismos adquiridos en la práctica de la lectura. Cuando se automatizan ciertas operaciones básicas como el reconocimiento de letras o de palabras, el esfuerzo requerido por el cerebro para estas cuestiones es menor y permitimos que éste se centre en procesos cognitivos más complejos relacionados con la información presentada. Aquellos sujetos que muestran dificultades respecto a la fluidez en la decodificación de las palabras quedan limitados en la adquisición de una óptima comprensión lectora. En este sentido, el autor realiza una revisión de los estudios que demuestran cómo el uso de programas que guían la decodificación de palabras, segmentos de palabras y grafemas, ayudan a mejorar y adquirir estos automatismos.

Estos hallazgos podrían aplicarse a la lectura musical, ya que muchos autores ven un paralelismo entre la lengua y la música (Sloboda, 2005). En ambos lenguajes se utilizan símbolos para representar eventos sonoros; en los dos, las informaciones (musicales y verbales) pueden ser manipuladas, creadas u organizadas, sin la necesidad de que exista un estímulo sonoro externo.

La capacidad del medio informático para incorporar presentaciones audio-visuales en el aprendizaje de la lectura tiene una influencia directa en el área de la decodificación (Reinking, 2005). El medio informático se vale de distintas notaciones simbólicas que pueden ser combinadas o pasar de unas a otras de manera muy rápida. Junto con esto, también permite percibir a tiempo real un suceso en el que van cambiando distintos parámetros. Diferentes investigaciones han estudiado el efecto de la tecnología en la lectura musical musical, si bien este tipo de estudios es poco frecuente (Goodwin, 1991; Lemons, 1985; Parker, 1980; Platte, 1981; Prasso, 1997) o en aspectos relacionados directamente con ella (Buck, 1991; Chan, Jones, Scanlon & Joiner, 2006; Davis, 2001; Isaak, 1989; Ozeas, 1997). El enfoque que se dio en estos trabajos reseñados fue doble. En un caso, se comparaba la efectividad de la tecnología con la de las clases tradicionales y en el otro, estudió la efectividad del medio tecnológico como refuerzo. En todos los estudios citados, la variable conocimientos previos musicales se utilizó para estratificar la muestra o como variable extraña. No obstante, no se tuvo en cuenta el hecho de que la eficacia de un contexto o entorno de aprendizaje está directamente relacio-

nada con dicha variable. Tampoco se midió la efectividad del medio tecnológico según la dificultad del material propuesto. Ambos factores se han tenido en cuenta en este estudio y se ha verificado la existencia de interacciones entre ellos y con el tipo de medio utilizado. Los programas musicales utilizados en los distintos estudios se caracterizaban por la presencia de un doble estímulo simultáneo visual-auditivo que parecía facilitar la asociación simbólica notación-sonido.

Los programas de edición de partituras pueden ayudar en ciertos procesos como los descritos y conseguir que la información visual y auditiva se perciban de manera sincronizada y simultánea, dejando suficiente espacio en la MT como para que este material se procese y se retenga en la MLP. Los editores de partituras son programas que sirven para elaborar, editar e imprimir partituras. Funcionan de manera similar a los procesadores de texto. Los archivos que se crean pueden oírse a través de la tarjeta de sonido del ordenador o bien a través de periféricos como los teclados MIDI. Para nuestro estudio utilizamos el editor de partituras Encore v 4.5. El interfaz del programa es bastante sencillo e intuitivo, por lo que no se requiere mucho esfuerzo en aprender a manejarlo. Existen diferentes paletas gráficas a través de las cuales se pueden ir seleccionando las diferentes figuras que se quieren insertar en el pentagrama.

La teoría del aprendizaje multimedia establece una serie de principios que deben cumplir los entornos de aprendizaje para que éstos sean eficaces. Uno de ellos es el principio de congruencia que estaría directamente relacionado con las características del editor. Este principio trata de evitar que en los entornos de aprendizaje el alumno deba dividir su atención e integrar mentalmente información procedente de diversas fuentes (Ayres & Sweller, 2005). En él se expone que si los entornos de aprendizaje incluyen diferentes fuentes de información, éstas deben de ser integradas temporal y físicamente para reducir la carga cognitiva extraña.

Por todo lo expuesto se podría entender que el editor de partituras conseguiría economizar los procesos cognitivos mediante la decodificación instantánea de los símbolos musicales, lo que contribuiría a que la atención estuviera focalizada (sin procesos intermedios que distrajeran) en la percepción de la relación sonido-símbolo y por tanto la carga cognitiva extraña se redujese, permitiendo que se produjera un mayor aprendizaje.

Objetivo e hipótesis

Basándonos en la literatura citada, el principal objetivo de nuestra investigación fue comparar los resultados obtenidos en la lectura musical cantada, como consecuencia de la carga cognitiva impuesta, cuando: a) se utilizaban diferentes medios de ayuda para el estudio de la lectura cantada (instrumento habitual y editor de partituras); b) se debía hacer frente a partituras de diferentes niveles de dificultad (I y II) y c) los alumnos tenían distintos estudios musicales previos (con formación musical reglada y sin formación musical reglada). De lo expuesto se entendía que:

1. A mayor carga extraña impuesta por el medio, se darían peores resultados
2. Cuanto mayor fuera la dificultad de las partituras, los resultados serían peores
3. Cuanto menos conocimientos musicales presentaran los alumnos y alumnas, peores serán los resultados.

Por todo ello, las *hipótesis* formuladas en este trabajo fueron:

1. No habrá efecto de la carga cognitiva extraña impuesta por el editor de partituras o el instrumento habitual en los resultados de lectura musical.
2. No habrá efecto de la dificultad de las partituras en los resultados de lectura.
3. No habrá efecto de los conocimientos previos musicales en los resultados de la lectura.

Asimismo, se trató de explorar las percepciones de los participantes sobre la utilidad, la facilidad de manejo de los dos medios, así como su preferencia por uno u otro¹.

Método

Participantes

En un principio la muestra estuvo constituida por 20 estudiantes del primer curso de la titulación de Maestro especialista en Educación Musical de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla que cursaban la asignatura Lenguaje Musical. Se utilizó un muestreo casual (no probabilístico) basado en voluntarios. Con dicha muestra se formaron dos grupos en función a la variable independiente inter-grupo: 1) Grupo sin Estudios Musicales Reglados (GSR, $n = 13$) y 2) Grupo con Estudios Musicales Reglados (GCR, $n = 7$). Los

¹ Los resultados de esta parte del estudio se publicarán en un artículo posterior.

sujetos sin estudios musicales reglados incluían: alumnos y alumnas que tenían algunos conocimientos musicales por haber recibido clases en escuelas de música; otros que habían aprendido a tocar algún instrumento de oído sin tener conocimientos de lecto-escritura musical y aquellos que no tenían ninguna formación musical más que la recibida durante la primaria y secundaria. El grupo de estudios musicales reglados estaba formado por estudiantes que cursaban estudios medios o superiores de Conservatorio en alguna especialidad instrumental.

Durante la prueba oral se produjo una muerte experimental selectiva dando lugar a que la muestra quedara reducida a 11 sujetos de los veinte con los que se contó en un principio. Esto fue debido a la imposibilidad de 9 participantes del GSR de concluir todos los apartados de la prueba oral. Es por ello que el análisis de resultados de las variables relacionadas con la Carga Cognitiva se hizo a partir de los datos obtenidos de los 11 sujetos (GCR, $n = 7$ y GSR, $n = 4$) que completaron todas las secciones de la prueba oral (muestra experimental).

Materiales

Para medir la *exactitud de la lectura cantada* se diseñó una prueba oral en la que los participantes debían leer partituras con dos niveles diferentes de dificultad (I y II) correspondientes a los contenidos abordados en la asignatura de Lenguaje Musical durante el primer y segundo semestre. El diseño de los ejercicios se realizó con el asesoramiento del profesorado de la asignatura. La lectura cantada de los distintos ejercicios se grabó digitalmente. Para dicha grabación se utilizó un ordenador portátil Acer Aspire 3000, un programa editor de audio Adobe Audition v. 1.5 (Balo et al., 1999) y micrófono modelo SONY ECM-ZS90. Las distintas grabaciones se etiquetaron y guardaron. Cada uno de los archivos obtenidos de las grabaciones se analizaron con un programa de análisis fonético del habla PRAAT (Boersma & Weenink, 2002). Este programa permite fragmentar y etiquetar los archivos sonoros, así como analizar la duración y frecuencias medias de los distintos eventos sonoros. Este tipo de trabajo serviría para poder analizar la exactitud de la lectura cantada de cada ejercicio. La interpretación cantada de cada ejercicio se fragmentaba en intervalos interonset (IOI). Una vez etiquetados y aislados los distintos sonidos en intervalos, se analizaron la frecuencia y la duración de éstos. Los datos obtenidos de ese análisis sirvieron para evaluar la exactitud de la lectura cantada de los diferentes ejercicios grabados para la cual se establecieron tres criterios: a) justeza en la afinación de los intervalos; b) grado de desviación rítmica; y c) repetición y/u omisión de notas.

La justeza en la afinación quedó determinada por el porcentaje de errores de afinación en cada ejercicio. Se consideró que la afinación de los intervalos melódicos era correcta siempre que la diferencia de frecuencias entre una nota y la posterior no excediera de un cuarto de tono con respecto al modelo teórico. Es decir, siempre que la frecuencia del intervalo cantado no se apartara por exceso o por defecto, más de un cuarto de tono del modelo teórico. Las diferencias entre las frecuencias de cada uno de los intervalos que conformaban cada ejercicio se transformaron en cents¹. La justeza rítmica se midió en relación al grado de desviación de las duraciones relativas de los intervalos IOI en base al modelo teórico. La media de las desviaciones rítmicas de los intervalos que constituían cada ejercicio se consideró como la medida que establecería hasta qué punto la interpretación se apartaba del modelo teórico. La repetición y/u omisión de notas o figuras rítmicas se midió según el número de notas y/o figuras rítmicas que eran repetidas y/u omitidas.

Para asegurar la fiabilidad de los resultados en la exactitud de la lectura cantada de los ejercicios, los archivos sonoros obtenidos del protocolo diseñado fueron tratados y evaluados por dos personas expertas (una perteneciente al equipo de investigación y otra ajena al experimento) siguiendo los mismos pasos establecidos en dicho protocolo. Los resultados del análisis de la exactitud en la lectura realizados por una y otra persona fueron analizados y se encontraron correlaciones significativas para: a) el porcentaje de errores en la afinación ($r = .89$); b) el porcentaje medio de desviación rítmica ($r = .78$) y c) el número de errores cometidos ($r = .99$).

Para medir el *esfuerzo mental experimentado*, se utilizó una escala que constaba de nueve categorías realizada por Paas y van Merriënboer (1994b) y que era una adaptación de la escala de medición de la dificultad percibida en la tarea de Bratfish, Borg y Dornic (1972). La fiabilidad del instrumento viene ratificada por Paas (1992) y Paas y van Merriënboer (1994b) que mostraron coeficientes de consistencia interna de .90 y .82, usando escalas comparables. Paas, Tuovinen, Tallers y Van Gerven (2003) evaluaron la escala como un instrumento altamente válido y sensible para valorar la carga cognitiva total.

La escala se administró dos veces por cada ejercicio. La primera vez justo después de terminar el estudio y la segunda vez, cuando se concluyó la lectura cantada. Los datos obtenidos a partir de las escalas sirvieron para medir el esfuerzo experimentado durante el estudio y durante la lectura cantada.

Procedimiento

En una primera fase se tomó contacto con la población de la cual más tarde se obtuvo la muestra a partir de voluntarios y se les administró un cuestionario previo de datos que permitió obtener información sobre la variable independiente estudios musicales previos con el fin de agrupar la muestra en relación a ésta. El cuestionario estaba compuesto por diferentes ítems que trataban de recoger información personal, académica en relación con la asignatura de Lenguaje Musical, de experiencia musical previa y de experiencia informática. La segunda fase consistió en el adiestramiento en el manejo básico del editor de partituras: Encore v.4.5 (GVOX, 2001).

La tercera fase del estudio (prueba oral) consistió en una sesión en la cual los alumnos y alumnas debían estudiar y leer 4 partituras, dos por cada tipo de medio y nivel de dificultad. Para el desarrollo de la prueba oral, se citó a los participantes de forma individual. Para cada uno de los ejercicios o partituras se siguió la misma secuencia: 1) estudio de la partitura (el tiempo invertido fue el que necesitó y estimó necesario cada sujeto); 2) valoración del esfuerzo mental invertido durante el estudio en la escala de valoración subjetiva, una vez terminado el estudio; 3) realización de la lectura cantada de la partitura (prueba oral) que era grabada digitalmente; 4) valoración del esfuerzo mental invertido durante la lectura cantada de la partitura en la escala de valoración subjetiva y 5) administración de un cuestionario de opinión. El orden en el que abordaron los diferentes ejercicios (partituras) fue aleatorio, así como también el orden de asignación del medio de apoyo dentro de cada nivel.

Para comprobar los materiales, el tiempo necesario estimado y los protocolos aplicados, se realizó un estudio piloto previo. A partir de los datos obtenidos en este estudio, se realizaron diversas rectificaciones en cuanto al formato de los ejercicios.

Análisis de datos

La recogida de datos se realizó a través de un diseño factorial mixto (2x2x2) con dos variables intra-sujetos con dos niveles a) *medio*: editor de partitura e instrumento habitual y b) *dificultad de las partituras*: nivel I y nivel II; y una variable inter-grupos *estudios musicales previos*, también con dos niveles: con formación musical reglada y sin formación musical reglada.

Para el análisis de los datos cuantitativos del estudio se utilizó el paquete estadístico SPSS v.15 (IBM, 2009), complementando su uso con el de una hoja de cálculo para obtener índices de tamaño de efecto adecuados al diseño.

Resultados

Antes de desarrollar el ANOVA factorial mixto de cada variable se comprobó previamente el supuesto de homogeneidad de las varianzas del error a través de la prueba F de Levene para el análisis del efecto principal de la variable estudios musicales previos. En aquellos casos en que dicho supuesto se incumplió, se optó por la prueba heterocedástica de Welch para desarrollar la comparación de medias entre ambos grupos de sujetos. Para cada efecto principal e interactivo se calculó un índice de tamaño de efecto η^2_{parcial} diferente al calculado por SPSS, que presenta una clara inflación (e.g. Bakeman, 2005). Para ello se contabilizaron ambos términos de error entre-grupos e intra-sujetos en el denominador de las ecuaciones. Dichas medidas de tamaño de efecto fueron evaluadas de acuerdo con los criterios propuestos por Cohen (1988) para un tamaño de efecto pequeño, medio y grande (.01, .06 y .14 respectivamente).

Tiempo invertido en el estudio

Se encontraron dos efectos de interacción estadísticamente significativos y con tamaños de efecto próximos al nivel grande (ver Figura 1) en: a) dificultad de las partituras x medio, $F(1,9) = 9.71, p = .012, \eta^2_{\text{parcial}} = .12$; y b) dificultad de las partituras x estudios musicales previos, $F(1,9) = 6.27, p = .034, \eta^2_{\text{parcial}} = .12$. Los patrones de medias de estas relaciones se muestran en la Figura 1 (ver también Tabla 1). Como puede observarse, la diferencia entre niveles de dificultad se hizo más patente bajo la condición instrumento que bajo la condición editor. De forma equivalente, la diferencia entre niveles de dificultad de las partituras fue más acusada en los sujetos sin formación musical reglada que en los que sí tenían este tipo de formación.

Tabla 1. Medias y desviaciones tipo (entre paréntesis) de las casillas de las diferentes variables dependientes asociadas a la Carga Cognitiva.

Variables dependientes	Variables independientes			
	Nivel I		Nivel II	
	Instrumento	Editor	Instrumento	Editor
	Sin formación musical reglada ($n = 4$)			
Tiempo (sg.)	272 (154.69)	339.5 (45.58)	934.75 (406.21)	568 (125.11)
% Errores afinación	29.18 (27.73)	26.4 (30.56)	51.9 (18.44)	31.73 (33.17)
% Desv. Rítmica	6.27 (2.87)	5.69 (.96)	17.19 (12.18)	2.55 (1.25)
Nº Errores	11 (14.67)	0 (0)	26 (23.02)	13.5 (23.78)
Esfuerzo estudio	1.75 (.96)	1.75 (.50)	6.75 (.96)	4.5 (1.00)
Esf. interpretación	2.5 (1.73)	2 (2)	5.75 (1.5)	3 (1.41)
	Con formación musical reglada ($n = 7$)			
Tiempo (sg.)	83.14 (50.43)	196.71 (108.04)	326.71 (327.29)	323.29 (114.35)
% Errores afinación	15.87 (9.29)	7.16 (10)	19.8 (13.96)	23.07 (19.38)
% Desv. Rítmica	6.79 (3.59)	3.74 (2.16)	7.84 (11.48)	3.91 (5.3)
Nº Errores	0.14 (.37)	0.57 (0.98)	0.86 (2.27)	0.86 (.90)
Esfuerzo estudio	1.43 (.79)	1.43 (.79)	3.14 (2.19)	3 (1.15)
Esf. interpretación	1.86 (1.21)	2.57 (.98)	3.14 (2.67)	3.71 (1.6)

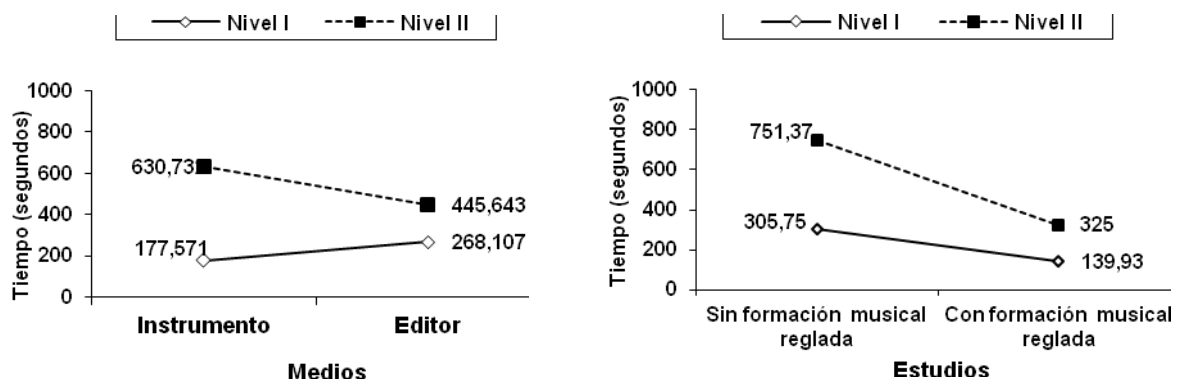


Figura 1. Medias del tiempo invertido en el estudio por nivel de dificultad y tipo de medio utilizado, y por nivel de dificultad y grupo de estudios previos.

Errores en la entonación

El ANOVA factorial mixto no mostró ningún efecto principal o interactivo estadísticamente significativo para esta variable.

Desviación rítmica

El ANOVA factorial mixto mostró un efecto principal estadísticamente significativo y con tamaño de efecto grande para el tipo de medio utilizado, $F(1,9) = 5.99$, $p = .037$, $\eta^2_{\text{parcial}} = .17$. Como muestra la Tabla 1, la utilización del instrumento habitual como ayuda al estudio de las partituras supuso un incremento significativamente mayor en el porcentaje de desviación rítmica que el producido por el uso del editor.

Errores por repetición y/u omisión de notas

El análisis estadístico encontró significativo el efecto del medio x estudios musicales previos, $F(1,9) = 15.57$, $p = .003$, $\eta^2_{\text{parcial}} = .08$, con un tamaño de efecto mediano. Los patrones de medias de esta relación se muestran en la Figura 2. En este gráfico podemos observar como la diferencia entre los tipos de medio es mucho más acusada bajo la condición sin formación musical reglada que bajo la de formación musical reglada.

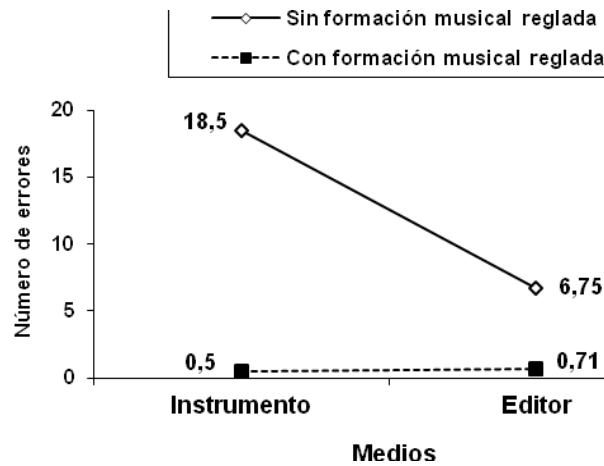


Figura 2. Medias del número de errores por tipo de medio utilizado y estudios previos musicales.

Esfuerzo mental experimentado durante el estudio

Se encontró significativo el efecto interactivo del medio x dificultad de las partituras x estudios musicales previos, $F(1,9) = 6.52, p = .031, \eta^2_{\text{parcial}} = .05$, con un tamaño de efecto próximo a mediano. Como muestra la Figura 3, mientras que en los sujetos con formación musical reglada no se observa interacción entre la dificultad de las partituras y el medio, en los sujetos sin formación musical reglada sí se da esta interacción, observándose una mayor influencia del medio cuando la partitura tiene mayor nivel de dificultad.

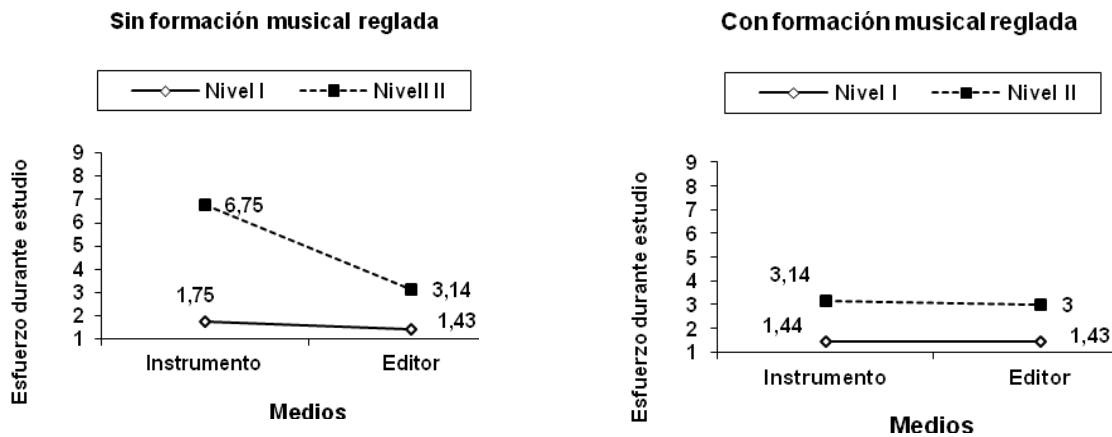


Figura 3. Medias del esfuerzo mental experimentado durante el estudio por nivel de dificultad, grupo de estudios previos y tipo de medio.

Esfuerzo mental experimentado durante la interpretación

El ANOVA factorial mixto mostró un efecto principal estadísticamente significativo y con tamaño de efecto grande de la dificultad de las partituras, $F(1,9) = 8.21, p = .019, \eta^2_{\text{parcial}} = .21$. La media del esfuerzo invertido durante el estudio de partituras de nivel II fue significativamente mayor que la media del esfuerzo durante el estudio de partituras de nivel I (ver Tabla 1). También se encontró significativo, con tamaño de efecto próximo al grande, el efecto de interacción medio x estudios musicales previos, $F(1,9) = 5.6, p = .042, \eta^2_{\text{parcial}} = .11$. El patrón de medias nos muestra (ver Figura 4) que la diferencia entre el esfuerzo requerido por ambos medios se invierte en función de tipo de estudios musicales previos.

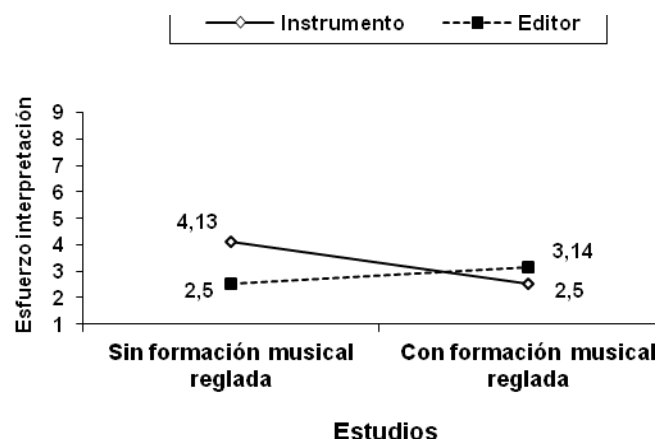


Figura 4. Medias del esfuerzo mental experimentado en la interpretación por tipo de medio utilizado y estudios previos musicales

Finalmente, a modo de resumen la Tabla 2 muestra la comparativa entre los resultados obtenidos en el experimento y las hipótesis en base a las predicciones de la TCC.

Tabla 2. Resultado de las predicciones de la TCC respecto a las variables asociadas a la Carga Cognitiva

Variables	Predicciones de la TCC		
	Medio con menor carga	Más dificultad → peores resultados	Menos conocimientos → peores resultados
Tiempo (sg.)	Editor en nivel II Instrumento en nivel I	Se cumplió	Se cumplió
% errores afinación	No hubo diferencias	No se cumplió	No se cumplió
% desv. Rítmica	Editor	No se cumplió	No se cumplió
Nº Errores	Editor en GSR Instrumento en GCR	No se cumplió	Se cumplió
Esf. estudio	Editor en GSR Iguales en GCR	Se cumplió	Se cumplió con instrumento No se cumplió con editor
Esf. interpretación	Editor en GSR Instrumento en GCR	No se cumplió	No se cumplió

Discusión

Según se ha podido observar, para la mayoría de variables, cuando los alumnos y alumnas tienen pocos conocimientos previos y se enfrentan a partituras de dificultad elevada, el uso del editor comporta una carga mental menor que el instrumento. Estos resultados son coherentes con los principios expuestos por la teoría de la carga cognitiva en los que se contempla que la ausencia o la escasez de esquemas mentales específicos con los que hacer frente a un material (partitura) con una alta interacción entre elementos producen una alta carga cognitiva. Esta carga se refleja en los resultados y en el esfuerzo mental experimentado.

Cuando estos alumnos utilizaban el instrumento como medio de ayuda con partituras de mayor dificultad, la carga cognitiva aumentaba. Es probable que el manejo del instrumento les supusiese una dificultad añadida y como consecuencia repercutiese negativamente en los resultados de la lectura musical. Esto está en coherencia con los experimentos de Brünken, Plass y Leutner (2003) que estudiaron los efectos de la realización de dos tareas a la vez. En este caso, cuando la primera tarea suponía grandes demandas para la MT (en nuestro caso el manejo del instrumento), los resultados en la segunda tarea se veían afectados negativamente.

Aquellos medios y/o entornos como el editor que puedan suponer un sustituto válido a éstos esquemas o representaciones mentales posibilitarán que la carga se reduzca y que la información procedente de la partitura se organice de una manera óptima para que se produzca el aprendizaje. En este caso, el editor parece ser el medio más adecuado para reducir la carga cognitiva soportada por la memoria de trabajo cuando la partitura resulta compleja y se poseen pocos conocimientos sobre los códigos rotacionales musicales. Es probable que el hecho de que el editor muestre de una manera directa y coordinada la relación entre el código escrito y su correspondencia sonora posibilite que los alumnos y alumnas puedan memorizar esta relación. Esta idea está relacionada directamente con el principio de *congruencia temporal* expuesto por la teoría de aprendizaje multimedia (Mayer, 2001) que se desarrolló en base a un estudio realizado por Baggett (1984) en el que se observó que cuando las imágenes y los sonidos estaban coordinados, el aprendizaje era mayor en relación a la presentación de imágenes y sonidos en desfase. Otros estudios como el de Mayer y Anderson (1991) compararon y estudiaron este principio de congruencia temporal. Los resultados indicaron que el grupo que recibió la información sonora y visual de manera simultánea obtuvo mejores resultados que los grupos que recibieron una información y después otra.

Cuando los alumnos y alumnas poseen suficientes esquemas para hacer frente a las partituras, la utilización de uno u otro medio ha repercutido de manera diferente en cada una de las variables. Tanto los alumnos con formación musical reglada como los que no la tenían, han logrado mejores resultados en la variable *porcentaje en la desviación rítmica*. Es decir, el editor parece que consiguió que la interpretación cantada de ambos grupos mejorara respecto a su precisión rítmica. Es probable que la escucha del modelo sonoro que proporciona el editor sirviese para interiorizar y memorizar de una forma más efectiva el esquema rítmico de las partituras. No hay que olvidar que este tipo de medio proporciona una ejecución rítmica matemáticamente precisa.

Como contraste a lo anterior, se observó que los alumnos con formación musical reglada obtuvieron mejores resultados utilizando el instrumento en el número de errores y en el esfuerzo en la interpretación. Es decir que el uso del instrumento hizo que cometiesen menos errores en su interpretación cantada y experimentaron un esfuerzo menor durante la interpretación de las partituras estudiadas con el instrumento. Es probable que el editor para estos alumnos y para dichas variables supusiese una redundancia de información. El efecto de redundancia está supeditado al nivel de conocimientos o experiencia previa. Mientras que para

alumnos sin formación reglada los materiales presentados por el editor eran esenciales para la comprensión y el aprendizaje, cuando el nivel de conocimientos o de experiencia aumenta (el caso de los alumnos con formación musical reglada), esos materiales se hacen redundantes. Diversos estudios que han puesto de manifiesto que cuando la información es redundante los resultados empeoran (Bobis, Sweller & Cooper, 1993; Carroll, 1990; Mayer et al., 1996, entre otros).

Durante la primera fase del estudio se produjo una muerte experimental selectiva. Algunos sujetos del grupo sin formación reglada, no pudieron hacer frente a las partituras de nivel II. Este hecho puede servir para reflexionar sobre la doble función que puede adquirir el editor como medio de ayuda al estudio. En el caso de los alumnos y alumnas sin formación reglada, el editor pudo tener una función posibilitadora ya que esa parte de la muestra que no pudo enfrentarse a las partituras de nivel II con el instrumento, sí lo pudo hacer cuando utilizó el editor como ayuda. Desde el enfoque de la TCC podríamos suponer que el uso del editor supuso que se redujese la carga cognitiva y permitió que los alumnos y alumnas fueran capaces de hacer frente a la tarea, una tarea que de otra forma, hubiera sido imposible de abordar. En el caso de los alumnos y alumnas que obtuvieron mejores resultados con el editor que con el instrumento, se podría decir que el editor tuvo una función facilitadora, haciendo que el coste cognitivo para realizar la tarea se redujese y éste supusiera un menor esfuerzo y mejores resultados.

Al hilo de los resultados podemos decir que el editor supone una herramienta eficiente cuando los alumnos y alumnas poseen conocimientos escasos sobre lecto-escritura musical. Conforme estos conocimientos van desarrollándose es conveniente que se utilicen otro tipo de medios, como instrumentos musicales, que enriquezcan aún más el bagaje musical, desarrollen ciertas habilidades, así como posibiliten un uso más flexible dentro del estudio de la lectura musical. Desde esta perspectiva sería interesante que se destinara una o dos sesiones como introducción a los editores de partituras en el contexto de la asignatura de Lenguaje Musical, ya que el conocimiento de este tipo de programas podría suponer una herramienta más para el estudio de la lectura y además, para otro tipo de actividades como los dictados musicales, la edición de partituras e incluso tareas de composición musical. Como vemos, la inclusión de este tipo de medios podría suponer un nuevo enfoque dentro de la asignatura en el que se podrían beneficiar tanto los alumnos y alumnas que tienen amplios conocimientos como aquellos que tienen serias carencias.

Al hilo de esta última idea sería interesante ahondar en la comprensión de los procesos que viven los sujetos durante el uso de uno y otro medio en la lectura de partituras mediante un método más naturalista que completara los datos de tipo cuantitativo con el fin de tener una idea más completa del impacto de estos medios en el aprendizaje de la lectura y escritura musical. Debido a que el estudio se realizó utilizando una prueba puntual en la que se comparaban los resultados de un medio u otro, sólo se pudo valorar el impacto inmediato que tuvieron ambos medios en las condiciones descritas. Sería interesante explorar si la utilización de un medio u otro no sólo ayuda a memorizar el modelo sonoro de diferentes partituras, si no si su utilización continuada podría suponer un aprendizaje transferible a nuevas situaciones que implicaran la práctica de las habilidades adquiridas. Para ello sería necesario estudiar las repercusiones de utilizar el editor y el instrumento de manera continuada durante el estudio del lenguaje musical y comparar la efectividad de ambos medios durante el lapso de un curso académico o de varias promociones de la asignatura. De esta manera podríamos hacernos una idea más real del impacto en el aprendizaje de un medio u otro en las condiciones de experiencia musical tratadas.

Referencias

- Ayres, P. y Sweller, J. (2005). The split-attention principle in multimedia learning. En Richard E. Mayer (ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge, Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Baggett, P. (1984). Role of temporal overlap of visual and auditory material in forming dual media associations. *Journal of Educational Psychology*, 76, 408-417.
<http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.76.3.408>
- Balo, S. et al. (1999). Adobe Audition (Versión 1.5). Adobe Systems Incorporated. [Computer software].
- Bakeman, R. (2005). Recommended Effect Size Statistics for Repeated Measures Designs. *Behavior Research Methods*, 37, 379-384. Recuperado desde <http://search.proquest.com/docview/204324350?accountid=14744>
- Bobis, J., Sweller, J. y Cooper, M. (1993). Cognitive load effects in a primary school geometry task. *Learning and Instruction*, 3, 1-21.
- Boersma, P., & Weenink, D. (2002). PRAAT [Computer software]. Amsterdam, NL: Institute of Phonetic Sciences. University of Amsterdam, NL.

- Bratfisch, O., Borg, G. & Domic, S. (1972). Perceived *item-difficulty in three tests of intellectual performance capacity* (Technical Report No. 29). Stockholm: Institute of Applied Psychology.
- Brünken, R., Plass, J. L. & Leutner, D. (2003). Direct measurement of cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38, 53–61.
doi:10.1207/S15326985EP3801_7
- Buck, B. (1991). An experimental study using the Pitch Master and Tap Master systems to improve music literacy and singing skills. *Dissertation Abstract International*, 52, 2060A. (UMI No. 9123956).
- Carroll, J. M. (1990). The Nurnbergfunnel: Designing load effects in a primary school geometry task. *Learning and Instruction*, 3, 1-21.
- Chan, L., Jones, A.C., Scanlon, E. & Joiner, R. (2006). The use of ITC to support the development of practical music skills through acquiring keyboard skills: A classroom based study. *Computer and Education*, 46(4), 391-406.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd Ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Davis, J. (2001). *CAI: Does It Have an Effect on Aural Skills Performances?*. Paper presented at Eighth International Technological Directions in Music Education Conference, San Antonio, Texas.
- Goodwin, M. A. (1991). The effectiveness of “Pitch Master” compared to traditional classroom methods in teaching sight-singing to college music students (Doctoral dissertation, University of South Florida, 1990). *Dissertation Abstracts International*, 52(01), 106A.
- GVOX (2001). Encore v. 4.5 [computer software].
- IBM (2009). SPSS v.15 [computer software].
- Isaak, T.J. (1989). The effectiveness of computerized drill and practice and bisensory input in teaching music-reading skills to elementary students (Doctoral dissertation, University of Northern Colorado, 1988). *Dissertation Abstract International*, 49, 2185A.
- Lemons, R. M. (1985). The development and trial of micro-computer-assited techniques to supplement traditional training in musical sightreading (Doctoral dissertation, University of Colorado at Boulder, 1984). *Dissertation Abstracts International*, 45(07), 2023A.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.

- Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: An experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.83.4.484>
- Mayer, R., Bove, W., Bryman, A., Mars, R. y Tapangco, L. (1996). When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*, 88, 64-73.
- Oviatt, S.L. (2006). Human-centered design meets cognitive load theory: designing interfaces that help people think. *Proceedings of the 14th annual ACM international conference on multimedia table of contents*. Santa Barbara, CA, USA, 871-880.
- Ozeas, N. L. (1991). The effect of the use of a computer assisted drill program on the aural skill development of students in beginning solfège (Doctoral dissertation, University of Pittsburg, 1991). *Dissertation Abstracts International*, 52(10), 3553A.
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429-434. doi:10.1037//0022-0663.84.4.429
- Paas, F. & van Merriënboer, J. J. G. (1994a). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6, 51-71. doi:10.1007/BF02213420
- Paas, F. & Merriënboer, J. J. G. (1994b). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 86(1), 122-133. doi:10.1037/0022-0663.86.1.122
- Paas, F., Tuovinen, J., Tallers, H. & Van Gerven, P. (2003). Cognitive load measurements as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38 (1), 63-71. doi:10.1207/S15326985EP3801_8
- Paas, F., van Merriënboer, J. J. G., & Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and Motor Skills*, 79, 419-430. doi:10.2466/pms.1994.79.1.419
- Parker, R.C. (1980). The relative effectiveness of the TAP system in instruction in sight singing: An experimental study (Doctoral dissertation, University of Miami, 1979). *Dissertation Abstracts International*, 41(01), 151A.
- Platte, J.D. (1981). The effects of a microcomputer-assisted instructional program on the ability of college choral ensemble members to sing melodic configurations at sight (Doctoral dissertation, Ball State University, 1981). *Dissertation Abstracts International*, 42, 1360A.

- Prasso, N.M. (1997). An Examination of the effect of writing melodies, using a computer-based song-writing programs on high school students' individual learning of singing skills (Doctoral dissertation, Columbia University Teachers College, 1997). *Dissertation Abstracts International*, 58(05), 1633A.
- Reinking, D. (2005). Multimedia learning of reading. En Richard E. Mayer (ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge, Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Schnotz, W. & Kürschner, C. (2007). A reconsideration of cognitive load theory. *Educational Psychology Review*, 19, 469–508. doi:10.1007/s10648-007-9053-4
- Sloboda, J. A. (2005). Experimental studies of music reading: A review. In J. A. Sloboda (Ed.), *Exploring the musical mind*. New York: Oxford University Press. doi:10.1093/acprof:oso/9780198530121.003.0002
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 19-30). New York: Cambridge University Press
- Torgesen, J. (1986). Computers and cognition in reading: A focus on decoding fluency. *Exceptional-Children*. 53(2), 157-162. Abstract, <http://www.eric.ed.gov/>.