

## Evaluación psicoacústica y profesional sobre la interpretación vocal en estudiantes de canto.<sup>1</sup>

Ana Laucirica<sup>2</sup>; Arantza Lorenzo<sup>3</sup>, Ainhoa Merzero<sup>4</sup>, Jose A. Ordoñana<sup>5</sup>

Recibido: 25 de abril de 2020. Aceptado: 16 de julio de 2020

**Resumen.** Algunos programas informáticos pueden ser útiles instrumentos para la evaluación del profesorado y la autoevaluación del alumnado de canto de grado profesional. El presente estudio pretende comprobar si los datos que emergen del análisis psicoacústico procedente de grabaciones de estos estudiantes cuando interpretan un pasaje musical coinciden con las valoraciones que realiza profesorado experto. Se analiza la interpretación de un fragmento musical grabado a tres estudiantes de diferentes cursos. Las grabaciones corresponden a dos momentos separados por varios meses de estudio durante los cuales se ha recurrido a imágenes visuales para reforzar la comprensión de la técnica vocal. Se utilizan los programas *Praat* y *Sonic Visualiser* y las respuestas de cinco profesoras que han plasmado en pruebas de evaluación perceptiva y en entrevistas realizadas al efecto. Los resultados muestran coincidencias relevantes relativas a la calidad vocal, la afinación, la expresión y el fraseo, en ambos tipos de evaluación.

**Palabras clave:** Interpretación vocal- aprendizaje del canto- evaluación musical- percepción musical- psicoacústica musical.

### [en] Psychoacoustic and professional evaluation on vocal performance by singing students

**Abstract.** Some software can be useful tools for teacher evaluation and self-evaluation of professional singing students. The present study aims to verify whether the data emerging from the psychoacoustic analysis of these students' recordings when they perform a musical passage match the evaluation made by expert teachers. We analyze the performance of a musical excerpt recorded to three students from different academic levels. The recordings correspond to two different moments separated by several months of study during which utilized visual images to reinforce the understanding of vocal technique. The Praat and Sonic Visualiser software and the responses of five teachers obtained from perceptual evaluation tests and interviews carried out for this purpose are used. The results show relevant matches regarding vocal quality, intonation, expression and phrasing, in both types of evaluation.

**Keywords:** Vocal performance- singing learning- musical evaluation- music perception- musical psychoacoustics

**Sumario.** 1. Ventajas del uso de las TICs en educación musical. 2. El uso de las TICs en educación musical en diferentes contextos educativos. 3. La evaluación de la interpretación musical con el uso de las TICs. 4. La evaluación de la interpretación vocal con el uso de las TICs. 5. Método. 6. Resultados y discusión. 7. Referencias.

**Cómo citar.** Laucirica, A.; Lorenzo, A.; Merzero, A.; Ordoñana, J. A. (2021). Evaluación psicoacústica y profesional sobre la interpretación vocal en estudiantes de canto. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 18, 73-81. <https://doi.org/10.5209/reciem.69012>

<sup>1</sup> Una parte de estos resultados fue presentada en el congreso internacional "Challenges in Music Education". IC CIPEM 2019 en Oporto (Portugal)

<sup>2</sup> Universidad Pública de Navarra  
E-mail: laucirica@unavarra.es  
<https://orcid.org/0000-0001-9096-1988>

<sup>3</sup> Universidad Pública de Navarra  
E-mail: arantza.lorenzo@unavarra.es  
<https://orcid.org/0000-0003-3749-4377>

<sup>4</sup> Conservatorio Profesional de Música Fco. Escudero  
E-mail: amerzero@conservatorioescudero.eus  
<https://orcid.org/0000-0002-8044-3869>

<sup>5</sup> Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea  
E-mail: jose.ordonana@ehu.eus  
<https://orcid.org/0000-0001-8127-2072>

El objetivo de la inclusión de las TIC en la docencia, tal y como señalan Canales y Marquès (2007), es que complementen y enriquezcan los procesos de enseñanza y aprendizaje, para ser eficaces, en relación a los objetivos planteados y eficientes en la aportación de ventajas frente a otros recursos más tradicionales. En el ámbito musical, Ruismäki y Juvonen (2009) nos advierten de que las TIC no deben suplantar todo el trabajo que se realiza en el aula de música, ya que algunos aspectos de los diversos contenidos musicales (como pueden ser el canto, el movimiento o la interpretación instrumental) requieren de la interacción con el docente; si bien tales aspectos pueden beneficiarse también de las aportaciones de los recursos tecnológicos (Serrano, 2017).

### **1. Ventajas del uso de las TICs en educación musical**

La utilización de las TIC en el campo de la educación musical viene apoyada por el enfoque constructivista que aportan como base del aprendizaje que promueven (Webster, 2002). Asimismo, su uso reporta numerosas ventajas en el proceso educativo, ya que, además de permitir una mayor optimización del tiempo, fomentan la comunicación entre profesorado y alumnado, favorecen la motivación (Torres, 2010), facilitan la retroalimentación continua, el autoaprendizaje, el aprendizaje cooperativo, la autoevaluación y la coevaluación (Díaz Lara, 2008). También Koehler y Mishra (2008) afirman que la integración efectiva en el aula de estas herramientas digitales pasa por armonizar la relación entre la tecnología, el contenido curricular y la pedagogía.

El trabajo realizado por Serrano (2017) sobre la utilización en nuestro país de las TIC en la educación musical obligatoria concluye que, entre los contenidos de aprendizaje musical trabajados con las TIC, destacan, en primer lugar, la educación auditiva y, en segundo lugar, el aprendizaje instrumental (a partir de video-tutoriales para aprender acordes, posiciones necesarias, técnicas diversas o bien mediante audios o vídeos con partituras o acompañamientos), siendo escasas las investigaciones en el campo creativo. Un segundo eje pondría el foco en el papel de las TIC en la labor docente. En este sentido, Serrano (2017) confirma los resultados de Almerich, Suárez, Orellana y Díaz (2010) acerca del uso de las TIC por el profesorado como un apoyo a su metodología, más que como un elemento transformador de la misma. También confirma la falta de trabajos que evalúen los resultados del uso de la tecnología en el aprendizaje musical o la utilización de la tecnología musical para evaluar las competencias musicales desarrolladas.

### **2. El uso de las TICs en educación musical en diferentes contextos educativos**

Fuera del ámbito de las enseñanzas profesionales de conservatorio, la utilización de programas informáticos para el aprendizaje de la teoría y la lectoescritura musical ha sido abordada en numerosos estudios. Un ejemplo ilustrativo en este sentido lo constituye el trabajo de Galera, Tejada y Trigo (2013), quienes han investigado el uso del editor de partituras como medio para facilitar el estudio de la lectura musical cantada en estudiantes universitarios de especialidad musical, encontrando que el hecho de mostrar de forma directa la relación entre el código escrito y su correspondencia sonora favorece la memorización efectiva de esta relación. Para la medición de la exactitud de la lectura cantada se utilizó en esta investigación el programa fonético *Praat*, diseñado por Boersma y Weenink (2002). Igualmente, se ha investigado ampliamente el papel de la tecnología en la educación auditiva (Tejada y Pérez-Gil, 2016) y en el adiestramiento rítmico, constituyendo un notable ejemplo de diseño e implementación de software educativo en esta materia el programa *Tactus* (Tejada, Pérez-Gil y García, 2011). Otro trabajo de investigación destacable en este campo es el realizado por Tejada y Pérez-Gil (2016) para el diseño del programa informático *EMOlab*, un software educativo musical que incluye, entre otros, módulos formativos de lectura musical cantada, discriminación de intervalos, percepción de patrones rítmicos, mantenimiento preciso de la pulsación y dictado musical. De todos modos, hay que señalar que el profuso desarrollo informático llevado a cabo en los niveles básicos de educación musical no ha discurrido en paralelo con la enseñanza musical de los conservatorios. En esta, las propuestas para el aprendizaje de la interpretación musical con nuevas tecnologías han sido mucho menos numerosas.

Dentro de este contexto, el diseño curricular de los estudios profesionales tiene como eje vertebrador la especialidad instrumental, con el fin de desarrollar las habilidades interpretativas. García-Trabucco, Silnik y Yurcic (2004) aseguran que la interpretación musical constituye un proceso complejo en el que concurren la técnica instrumental *per se*, el desarrollo psicomotriz, la concepción interna del mundo sonoro y las habilidades para la comunicación musical del intérprete. De este modo, durante el acto interpretativo, el intérprete emerge de su capacidad intelectual, de su vida emocional y de su motricidad. En la actualidad, la investigación está centrando sus esfuerzos en valorar el efecto de la tecnología digital en la adquisición de técnicas interpretativas de diferentes instrumentos. Como muestra ilustrativa de este interés, en el caso concreto de la interpretación pianística, pueden ser útiles los trabajos de De Castro (2015) y Lorenzo (2010).

### **3. La evaluación de la interpretación musical con el uso de las TICs**

En general, el foco investigador suele dirigirse a los parámetros susceptibles de manipulación por el instrumentista durante la interpretación, como pueden ser la afinación, la calidad tímbrica y sonora o la articulación, entre otros.

Pero también hay investigaciones que utilizan la tecnología digital para adentrarse en aspectos de la psicología cognitiva. Ordoñana y Laucirica (2010), junto al análisis musicológico del primer movimiento de una sonata de Hindemith y las entrevistas realizadas a diferentes estudiantes de flauta travesera, llevan a cabo un estudio psicoacústico de estas interpretaciones y de las de algunos profesionales. Se utiliza el programa *Sonic Visualiser*, un software libre que permite visualizar el sonido (como onda, como espectrograma y como mapa de niveles de decibelios) y anotar música a partir de archivos de audio (Cannam, Landone y Sandler, 2010).

Otros aspectos musicales interpretativos abordados por la investigación a partir del uso de tecnología digital que podemos destacar aquí son, por ejemplo, las variaciones del *tempo* y la dinámica, realizados también con el programa *Sonic Visualiser* (Sammartino, 2015). También la correlación del vibrato con la calidad del sonido en la interpretación del violín, utilizando el *Voce Vista Video Sygyt Software* (Dimov, 2018). Igualmente, se han llevado a cabo diversos estudios en el ámbito interpretativo de los instrumentos de viento metal basados en el uso del software libre *Audacity*, para observar la evolución temporal del sonido, su estabilidad y la presión sonora, y asimismo sobre el uso del software *Spear*, que permite mostrar la calidad del sonido en función del espectro armónico, lo que aporta información relevante sobre la afinación del ataque, la estabilidad sonora, la amplitud de los parciales, así como la posible inarmonicidad de los mismos (Esteve, Castiñeira-Ibáñez, Vera y Rubio, 2016).

La evaluación automática de la calidad del tono en la interpretación musical del violín se ha convertido en un tópico de creciente interés, ya que la obtención de criterios cuantificables para la evaluación de la calidad en la emisión sonora constituye, sin duda, un reto. Giraldo *et al.* (2019) implementan tecnología diseñada para uso pedagógico en la que los usuarios pueden entrenar la emisión de su propio timbre y recibir retroalimentación de sus interpretaciones. Volpe *et al.* (2017) han creado un *corpus* multimodal que recoge, a partir de la grabación audio-visual de interpretaciones musicales realizadas por expertos, datos cinemáticos (velocidad, aceleración, sobre-aceleración, curvatura de trayectorias relevantes de manos y cabeza, distancias entre huesos, energía cinética, entre otros) y características de nivel superior (ligereza, balanceo, tensión, brusquedad o coordinación), para su cuantificación y análisis en profundidad. Por otra parte, la inclusión del vídeo digital como modalidad complementaria, ha permitido también estudiar la influencia de las TIC en las mejoras relativas a la técnica de dirección y al estudio de la digitación, entre otras (Tejada, 2004).

Cantwell y Jeanneret (2004), Maugars (2006), Saunders y Holahan (1997) y Winter (1993), presentan aportaciones a la mejora de la evaluación cuando se trata de interpretaciones instrumentales en el ámbito de los centros especializados de música. Cabe añadir que los procesos de evaluación se han visto beneficiados con la introducción de las TIC en el aula, pero a su vez se ha abierto un debate sobre su utilización como estrategias de evaluación, bien cuantitativas o cualitativas, aportando ambas perspectivas importantes beneficios en la evaluación del alumnado (López García, 2016). Para este autor, en el caso de la educación musical, las herramientas digitales permiten realizar actividades de evaluación desde ambos puntos de vista y, en muchos casos, sin abandonar el enfoque lúdico que proporcionan algunos entornos educativos. Los resultados del estudio de González y Bautista (2018) revelan la necesidad de ayudar al profesorado de conservatorio en los procedimientos y criterios de la evaluación de las interpretaciones del alumnado. En este sentido, autores como Parncutt y Holmig (2000) muestran cómo la utilización de aplicaciones tecnológicas puede contribuir a la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje, así como a la evolución del propio intérprete musical. Y es que el uso de las TIC en un proceso de evaluación no sólo implicaría la labor del docente, sino también la autocritica del estudiante de su propia interpretación (Lorenzo, 2010). De alguna manera, el docente debe promover la autorregulación del alumnado a través de los criterios de evaluación (Shuler, 2011) y esto puede llevarse a cabo mediante la autoevaluación del estudiante (Shively, 2015). Para Torrado y Pozo (2008), esta cesión de control del docente al alumnado resulta clave para su desarrollo como intérprete.

A pesar de que existen ciertos mitos acerca de la expresividad musical y su imposibilidad de medición objetiva, los aspectos de la expresión musical pueden ser medidos acústicamente (Juslin, Friberg, Schoonderwaldt y Karlsson, 2004). Por tanto, el uso de las nuevas tecnologías permite una evaluación más objetiva de la interpretación musical y no tan cargada de la subjetividad en la que en ocasiones se ampara la valoración de una interpretación (Hoffren, 1964). Autores como Saunders y Holahan (1997) proponen centrar el proceso de evaluación en cinco áreas particulares: la afinación, la técnica/articulación, la precisión rítmica, la interpretación y la lectura a vista. Aunque esta propuesta no se realiza desde la perspectiva tecnológica, consideramos que la gran mayoría de estos aspectos pueden ser abordados con la implementación de las TIC.

#### **4. La evaluación de la interpretación vocal con el uso de las TICs**

La voz como instrumento musical comprende unas características sonoras que le confieren un alto grado de complejidad (Vitale, 2009). Sus cualidades tímbricas presentan gran variabilidad (Rivas, Bastanzuri y Olivera, 2013), incluso en una misma persona y en un breve periodo de tiempo, dependiendo de factores fisiológicos, emocionales o cognitivos (Marinovic, 2006). El cansancio, la concentración o la salud (Mansion, 1977; Merzero, Ordoñana y Laucirica, 2015) en un momento concreto generan modificaciones en la voz de una mayor evidencia que la que se puede encontrar en otros instrumentos musicales.

Como otros instrumentos de afinación no fija, también sufre específicamente las dificultades de emisión sonora en la altura precisa que se requiere (Hutchins y Peretz, 2012), determinada por las necesidades de la interpretación musical de una obra en un contexto y en una versión determinada. El vibrato es otra característica de los instrumentos que se afinan durante la interpretación, por lo que se ha investigado con frecuencia sobre su adquisición en el proceso de aprendizaje del canto (Schutte, Stark y Miller, 2003; Merzero, *et al.*, 2015).

El aprendizaje de la técnica vocal, si bien experimenta un proceso diferenciado con respecto al resto de instrumentos musicales (Merzero, Ordoñana y Laucirica, 2017), también es un campo abordado con el uso de tecnología digital. Así, podemos encontrar estudios que han tratado el impacto de la retroalimentación visual digital dentro del proceso del aprendizaje musical (Leong y Cheng, 2014) y también investigaciones que han analizado los beneficios del empleo de la tecnología multimedia de retroalimentación en el campo del estudio profesional del canto (Wilson, Thorpe y Callaghan, 2005). En estos estudios se aplica la información visual para analizar la mejora en características como el tono, el timbre o el *legato*, observándose que el alumnado es capaz de aplicarla inmediatamente en la producción vocal. Glaros (2006) aboga por introducir diversas herramientas tecnológicas (dispositivos de grabación de audio y vídeo, webcams para la retroalimentación visual o el uso de materiales digitales, en general) para su empleo como instrumento didáctico en el aula de canto. Por su parte, Merzero, Laucirica y Ordoñana (2018) presentan una intervención con estudiantes de canto lírico de conservatorio profesional, en la que, mediante el uso de audio, se analiza el impacto de la introducción de la imagen visual como herramienta docente en cuatro aspectos clave de la interpretación vocal: la calidad de la ejecución vocal, el empleo del apoyo, la construcción del *legato* y el reparto de la energía. Los resultados obtenidos sugieren que las imágenes ayudan a mejorar todos los aspectos interpretativos evaluados.

El objetivo del presente trabajo consiste en la evaluación de la interpretación vocal de tres estudiantes de grado profesional de canto en dos interpretaciones vocales separadas en el tiempo. Se realiza una evaluación objetiva derivada de un análisis acústico y una evaluación cualitativa realizada por profesorado experto para, finalmente, comparar ambas.

## 5. Método

Se trata de un estudio descriptivo y comparativo de carácter longitudinal. El estudio descriptivo abarca un análisis de las características vocales de cada uno de los sujetos. En la investigación longitudinal los datos a obtener proceden del mismo sujeto en diferentes momentos del proceso educativo y, aunque intervienen otros factores, suponemos que los datos que comparamos, y también más relevantes, varían por la evolución en el proceso educativo. También realizamos informes descriptivos en los que comparamos la información derivada de las declaraciones de profesorado experto con la obtenida desde la aplicación informática en la que se han volcado las grabaciones sonoras.

Trabajamos con técnicas de corte cuantitativo y cualitativo para la obtención de los resultados y su interpretación. Desde la perspectiva cuantitativa procedemos a un análisis psicoacústico de los parámetros de número de armónicos, vibrato, afinación, cortes temporales, cambios en duración, y *legato*. Los programas informáticos utilizados fueron *Praat* (Boersma y Weenink, 2002) y *Sonic Visualiser*. Comparamos los resultados inter e intrasujetos. También, y desde una perspectiva cualitativa, procedemos al análisis de las respuestas que el profesorado experto ha reflejado en las entrevistas y, finalmente, procedemos a una comparación de esta información con la resultante del análisis psicoacústico.

Las personas a evaluar son tres estudiantes de un conservatorio profesional de música: un tenor de 30 años y de quinto curso (S3), una soprano de 22 años y de primer curso (S8), y una mezzo-soprano de 30 años y de sexto curso (S10). Estos estudiantes fueron seleccionados entre los 60 que participaron en un estudio previo por haber obtenido un índice de mejora superior al 80% en un estudio de evaluación perceptiva llevado a cabo por los mismos estudiantes y por 5 profesoras de canto. El profesorado experto en este estudio se compone precisamente de este mismo grupo de profesoras de canto.

Las grabaciones proceden de un estudio más amplio realizado a los 60 estudiantes de canto aludidos. Se componen de dos grabaciones de cada sujeto, la segunda después de tres meses trabajando con el apoyo de imágenes preparadas al efecto (Merzero *et al.*, 2017). El fragmento interpretado es *Sebben Crudele* de Antonio Caldara (Figura 1).

Seb\_ben, cru\_ de\_ le, mi fai\_lan\_ guir,\_ sem\_pre fe\_ de\_ le, sem\_pre fe\_ de\_le ti

vo\_ glio a\_ mar.

Figura 1. Fragmento de *Sebben Crudele* de Antonio Caldara

## 6. Resultados y discusión

Los parámetros acústicos que se relacionan de un modo directo con la calidad vocal son los armónicos y el vibrato, principalmente. Y son los elementos que a continuación describimos respecto a las grabaciones de estos tres sujetos.

En lo que se refiere al número de armónicos, S3 presenta entre 10 y 12 armónicos en ambas grabaciones, S8 entre 7 y 9, y S10 entre 9 y 11. Así, el número de armónicos no varía en un mismo sujeto entre la primera y la segunda grabación, lo que es razonable debido al poco espacio de tiempo entre ambas. Los armónicos, por lo general, se incrementan con la mejora en la técnica vocal, pero en un periodo de tiempo tan reducido (tres meses) es esperable que este número no varíe. Sin embargo, cabe destacar que en estos tres sujetos el número de armónicos es superior en función de la tesitura de la voz. Se incrementa en la medida en que la voz es más grave, por lo que el mayor número de armónicos corresponde a la voz masculina de tenor, y el menor a la femenina de soprano (Fig. 2).

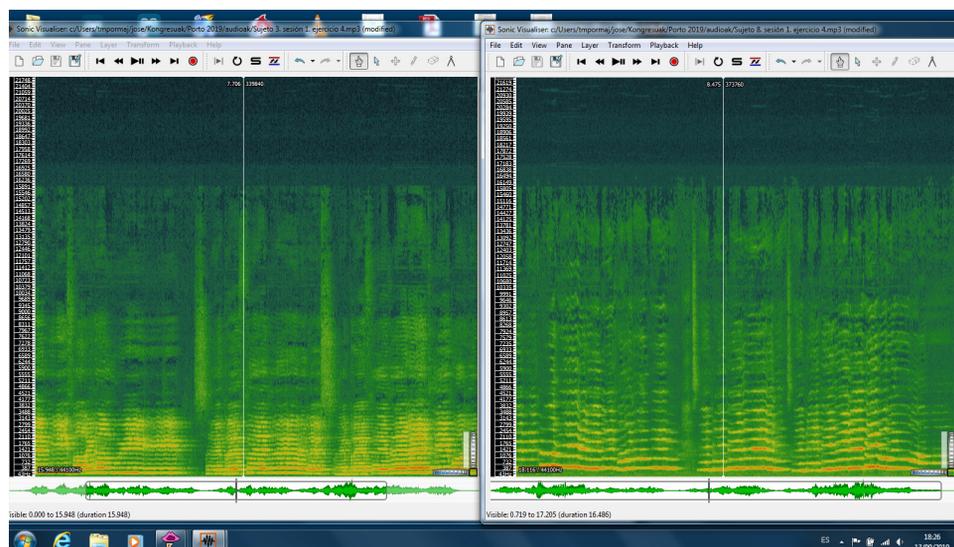


Figura 2. Espectrograma de los armónicos de S3 (izquierda) y S8 (derecha)

Estos resultados indican también que las voces más graves, por utilizar una mayor extensión del mecanismo 1 (registro de pecho), generarían un número mayor de armónicos que los generados por voces más agudas, que utilizan más el mecanismo 2 (registro de cabeza). Esto refuerza las afirmaciones de Lamesch, Expert, Castellengo, Henrich y Chuberre (2007) cuando exponen que para imitar la calidad vocal del mecanismo 1 a través de la voz mixta del mecanismo 2 se requiere del intérprete un aumento de la intensidad vocal y un enriquecimiento del timbre. El programa informático refleja este mayor número de armónicos en los registros graves, que efectivamente tienen en general más armónicos (por lo menos audibles).

Respecto al vibrato, S3 y S10 presentan algo más de vibrato en los armónicos de la segunda grabación (Fig. 3).

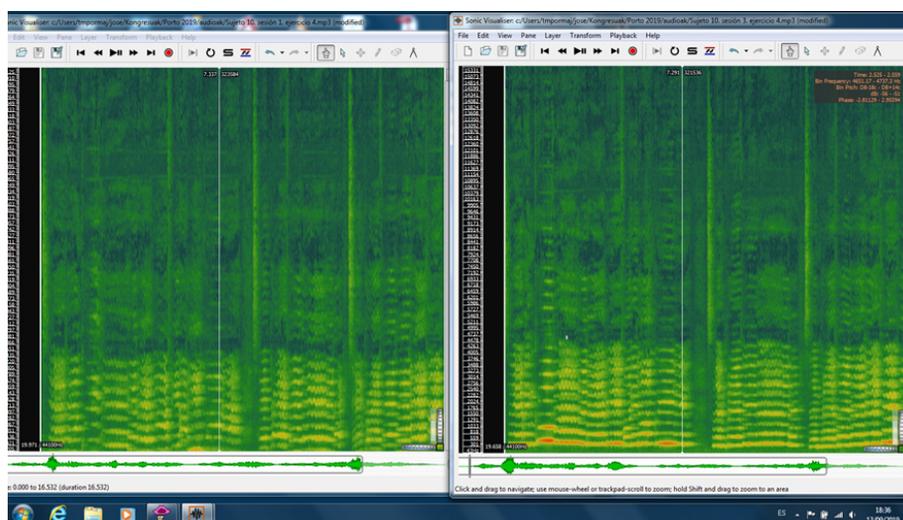


Figura 3. Mejora en el vibrato en la segunda grabación de S10

El vibrato es otra cualidad sonora que se adquiere cuando la técnica vocal se va consolidando, según unos autores de modo natural y, según otros, por una intervención directa e intencionada del profesorado que forma la voz del o la cantante. Ferguson, Kenny, Mitchell, Ryan y Cabrera (2013) también observaron desarrollos heterogéneos en la producción del vibrato en estudiantes de canto que no lo habían adquirido con anterioridad, y una mejora en los estudiantes de cursos superiores. Este incremento del vibrato en la segunda grabación de los sujetos que cursan los niveles de estudio más elevados se puede interpretar considerando que esta actividad voluntaria se puede incrementar cuando el texto musical es más conocido y el o la intérprete dedica una mayor atención a las cualidades expresivas del sonido que genera en la interpretación de un pasaje musical.

En la interpretación vocal también son relevantes otras características, como la afinación de la frecuencia fundamental, la expresión (cambios en duración e intensidad) y el *legato*.

Si atendemos a la frecuencia fundamental, observamos en la segunda grabación de S3 ciertas mejoras respecto a la primera. También en la primera grabación de S8 se muestran algunos puntos de desafinación en los finales de frase, desajustes que son menos evidentes en la segunda grabación. El detalle de estos puntos de mejora en la afinación no se expone debido a su extensión, pero en las segundas grabaciones de estos dos sujetos las frecuencias fundamentales se acercan más al estándar de la afinación convencional. S10, la mezzo-soprano que se encuentra en sexto curso, muestra un grado de afinación correcto en ambas grabaciones, lo que por otro lado es esperable en una estudiante de último curso de grado profesional. Coincidimos con Hutchins y Peretz (2012) cuando afirman que la falta de equilibrio en la apertura de los resonadores y un reducido control motor pueden afectar a las habilidades de afinación en los y las cantantes.

En lo relativo a la duración, destaca S3 con una primera grabación algo precipitada en la segunda semifrase (que mejora en la segunda grabación) y con un *ritardando* muy expresivo que aparece al final de la segunda versión, y no en la primera. En los espectrogramas y oscilogramas de S3 encontramos diferencias en tiempo entre la primera y la segunda grabación. Así, mientras la primera cuenta con una duración de 15.92 segundos, la segunda alcanza 18.66 segundos. Esto es debido a su precipitación en la primera grabación, aceleración que desaparece en la segunda versión. Podemos percibir también la duración del *ritardando* en la segunda grabación con 3.1125 segundos, mayor que la de la primera, que presenta 2.9525 segundos.

Respecto al *legato*, S3 presenta una onda más estable en todo el fragmento en la segunda grabación. En el espectrograma se producen más cortes en la primera versión. S8 también muestra una onda más estable en la segunda versión. En esta segunda grabación evita un corte que aparece en la primera semifrase de la versión inicial (Fig. 4).

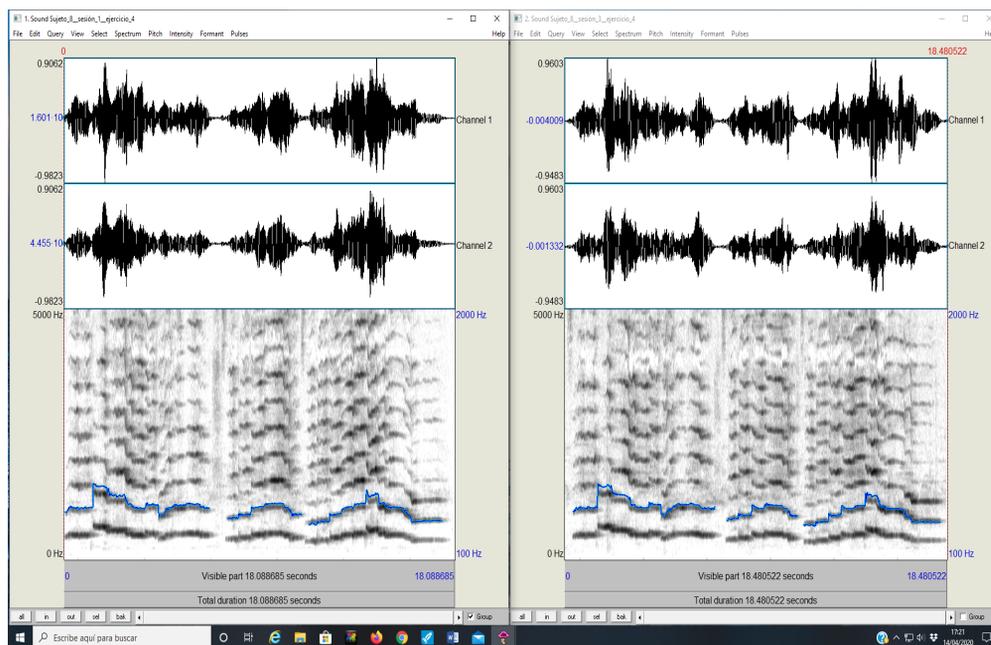


Figura 4. Diferencias en el *legato* de S8 al final de la primera semifrase

El sonido fundamental y el primer armónico son más largos en este punto. Por su parte, S10 muestra mejoras muy sutiles en lo que respecta al *legato*. Nuevamente, por su avanzado nivel de estudios, las diferencias son mucho menores. Torres *et al.* (2016) manifiestan, al respecto, que, con el correcto apoyo vocal, los cantantes son capaces de controlar y realizar diferentes ajustes para permitir una mejor ejecución vocal, por lo que el control del diafragma está directamente relacionado con una emisión vocal equilibrada y un buen *legato*.

Procedemos ahora al estudio de las valoraciones de las cinco profesoras de canto respecto a estas grabaciones. Cuatro de estas docentes encuentran una mejora en la calidad vocal de los tres sujetos. Las cinco perciben mejor apoyo vocal en S8, cuatro en S10 y tres en S3. Cuatro docentes declaran encontrar mejoras en el *legato* de S8 y S10

y tres docentes en el de S3. Por último, cuatro docentes declaran encontrar mejoras en el reparto de la energía de S8 y S10 y tres docentes en el de S3.

Del análisis general de las declaraciones del profesorado en las entrevistas realizadas se puede deducir que, tal como manifiestan Garnier, Dubois, Poitevineau, Henrich y Castellengo (2004), presentan un alto grado de subjetividad en la terminología que utilizan para determinar las cualidades vocales de estos sujetos. Compartimos con las autoras que una mayor precisión, uniformidad y acuerdo entre el profesorado sobre el significado de los términos que se utilizan en las aulas de canto, podría facilitar la comprensión del alumnado sobre los movimientos internos a realizar, lo que revertiría en la mejora del aprendizaje.

Respecto a S3, cabe destacar que tres docentes señalan la precipitación en la primera versión y una mejora evidente en el fraseo cuando se escucha la segunda versión. Los aspectos expresivos de la interpretación musical se manifiestan de manera objetiva en diferencias de tiempo e intensidad (lo que los músicos denominamos matices agógicos y dinámicos). Estas diferencias se captan con precisión por estos programas, tal como sugieren Juslin *et al.* (2004), y su observación por parte del alumnado en su estudio diario puede generar beneficios en su evolución. En S8, cuatro docentes encuentran diferentes mejoras relativas a la regularidad, el fraseo, el apoyo o la dirección del sonido. Esta soprano, estudiante de primer curso, muestra una competencia en el canto superior a la esperable en una estudiante de su nivel. Es destacable su mejora en tan breve periodo de tiempo. En lo relativo a S10, las cinco docentes aprecian mejoras respecto a su fraseo, la dirección de la energía, la línea de canto, el apoyo, la gestión del aire y la riqueza de armónicos. Nos encontramos ante una estudiante de último curso de grado profesional con recursos técnicos y estilísticos suficientes para abordar con mayor solvencia un fragmento musical trabajado durante varias semanas.

En general, podemos afirmar que se encuentran indicios que confirman la mejora en la calidad vocal que se pueden concretar en que el fraseo mejora, en general, en la segunda grabación, el vibrato se encuentra más presente, el oscilograma es más estable, por lo general, en las segundas versiones, y los armónicos son estables intrasujetos y dependen, sobre todo, del timbre vocal, aunque en este caso coincide que los estudiantes de los cursos más elevados tienen las voces más graves. Queda abierta la comparación inter e intrasujetos de un mayor número de estudiantes de diferentes niveles musicales y diferentes tipos de voz. Por otro lado, las descripciones del profesorado avalan la mejora del fraseo, en general fundamentada por mejoras en el reparto de la energía, el *legato* y el apoyo vocal.

A partir de estos resultados podemos sugerir una mayor precisión y objetividad en la terminología verbal utilizable en las aulas de canto. Por otro lado, parece oportuno proponer el incremento de instrumentos de intervención para la mejora en el aprendizaje del canto, en especial aquellos asociados a las nuevas tecnologías, por su alto grado de precisión y su accesibilidad, tanto para el estudio individual como para la evaluación del profesorado.

## 7. Referencias

- Almerich, G., Suárez, J. M., Orellana, N. y Díaz, M. I. (2010). La relación entre la integración de las tecnologías de la información y comunicación y su conocimiento. *Revista de Investigación Educativa*, 28(1), 31-50.
- Boersma, P. y Weenink, D. (2002). PRAAT [Computer software]. Amsterdam, NL: Institute of Phonetic Sciences. University of Amsterdam, NL.
- Canales, R. y Marqués, P. (2007). Factores de buenas prácticas educativas con apoyo de las TIC. Análisis de su presencia en tres centros educativos. *Educar*, 39, 115-133. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.164>
- Cannam, C., Landone, C. y Sandler, M. (2010). Sonic Visualiser: an open source application for viewing, analysing, and annotating music audio files. *Proceedings of the ACM multimedia 2010 International Conference*, MM'10, October 25-29, 2010, Firenze, Italy.
- Cantwell, R. H. y Jeanneret, N. (2004). Developing a Framework for the Assessment of Musical Learning: Resolving the Dilemma of the "Parts" and the "Whole". *Research Studies in Music Education*, 22(1), 2-13. <https://doi.org/10.1177/1321103X040220010201>
- De Castro, C. (2015). Recursos educativos TIC en la enseñanza musical pianística. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 12, 37-52. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RECIEM.2015.v12.49004](https://doi.org/10.5209/rev_RECIEM.2015.v12.49004)
- Díaz Lara, G. (2008). Las TIC en el aula de música. En P. Alsina et al., *Percepción y expresión en la cultura musical básica* (pp. 19-44). Madrid: Ministerio de Educación, Política Social y Deporte.
- Dimov, T. (2018). Vibrato correlation to sound quality in violin performance, *Journal of Physics: Conference Series* 1075 012001. [Doi:10.1088/1742-6596/1075/1/012001](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1075/1/012001)
- Esteve, J. C. Castiñeira-Ibáñez, S., Vera, J. y Rubio, C. (2016). Nuevos métodos de enseñanza para el desarrollo de la calidad del sonido en los instrumentistas de viento. *Actas del Congreso de educación Edulearn*. Barcelona: IATED.
- Ferguson, S., Kenny, D.T., Mitchell, H.F., Ryan, M. y Cabrera, D. (2013). Change in Messa di Voce Characteristics During 3 Years of Classical Singing Training at the Tertiary Level. *Journal of Voice*, 27(4), 523.e35-523.e48. Ferguson et al (2013) <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.01.013>
- Galera, M., Tejada, J. y Trigo, E. (2013). El editor de partituras como medio para facilitar la lectura musical cantada, *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 11(1), 215-238.

- García-Trabucco, A., Silnik, M. A., y Yurcic, A. (2004). Entrando a la música de cuerpo entero. Un enfoque cognitivista para la enseñanza inicial de los instrumentos. Huellas. Búsquedas en artes y diseño. *Revista de Investigación de la Facultad de Artes y Diseño* 4, 34-47.
- Garnier, M., Dubois, D., Poitevineau, J., Henrich, N. y Castellengo, M. (2004). Etude perceptive et acoustique de la qualité vocale dans le chant lyrique. *International Conference on Voice Physiology and Biomechanics* (pp. 45-49). Marseille: Cahiers du LCPE n°8.
- Giraldo, S., Waddell, G., Nou, I., Ortega, A., Mayor, O., Pérez, A., Williamon, A. y Ramírez, R. (2019). Automatic assessment of tone quality in violin music performance. *Frontiers in Psychology*, 10, 334. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00334>
- Glaros, P. (2006). Technology in the private studio: A Never Ending Story. *Journal of Singing*, 62(5), 567-572.
- González, A. y Bautista, A. (2018). ¿Cómo evalúas a tus alumnos de instrumento? Ideas del profesorado de conservatorio acerca de los procedimientos de evaluación. *Psychology, Society and Education*, 10(1), 103-126. <https://doi.org/10.25115/psye.v10i1.1041>
- Hoffren, J. (1964). A test of musical expression. *Bulletin of Council for Research in Music Education*, 2, 32-35.
- Hutchins, S. y Peretz, I. (2012). A Frog in Your Throat or in Your Ear? Searching for the Causes of Poor Singing. *Journal of Experimental Psychology*, 141(1), 76-97. <https://doi.org/10.1037/a0025064>
- Juslin, P.N., Friberg, A., Schoonderwaldt, E. y Karlsson, J. (2004). Feedback learning of musical expressivity. En A. Williamon, *Musical excellence. Strategies and techniques to enhance performance* (pp. 247-270). Oxford: Oxford University Press.
- Koehler, M. J. y Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. En AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3-29). New York: Routledge.
- Lamesch, S., Expert, R., Castellengo, M., Henrich, N. y Chuberre, B. (2007). Investigating voix mixte: A scientific challenge towards a renewed vocal pedagogy. En: K. Maimets-Volt, R. Parncutt, M. Marin y J. Ross (Eds.). *Proceedings of the 3th Conference on Interdisciplinary Musicology* (pp. 1-7). Tallinn, Estonia: (CIM07).
- Leong, S. Y Cheng, L. (2014). Effects of real-time visual feedback on pre-service teachers singing. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30, 285-296. <https://doi.org/10.1111/jcal.12046>
- López García, N. J. (2016). Evaluación y TIC en primaria: el uso de Plickers para evaluar habilidades musicales. *ENSAYOS, Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 31(2), 81-90. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v31i2.1131>
- Lorenzo, R. (2010). Representaciones gráficas del sonido: una herramienta para el análisis de la interpretación pianística. *Anuario musical*, 65, 197-224. <https://doi.org/10.3989/anuariomusical.2010.65.118>
- Mansion, M. (1977). *El estudio del canto*. Buenos Aires: Ricordi.
- Marinovic, M. (2006). La ansiedad escénica en intérpretes musicales chilenos. *Revista Musical Chilena*, 60(205), 5-25. <http://dx.doi.org/10.4067/s0716-27902006000100001>
- Maugars, C. (2006). Attitudes of music teachers towards final examinations in the French music conservatoires. *International Journal of Music Education*, 24(1), 43-55. <https://doi.org/10.1177/0255761406063106>
- Merzero, A., Ordoñana, J. A. y Laucirica, A. (2015). El vibrato vocal en el proceso de enseñanza-aprendizaje del canto. *Opción*, 31(Especial 6), 591-610.
- Merzero, A., Ordoñana, J. A. y Laucirica, A. (2017). El aprendizaje de la técnica vocal: contribución de la metáfora y la imagen. *Temps d'Educació*, 53, 183-202. <http://dx.doi.org/10.1344/TE2017.53.12>
- Merzero, A., Laucirica, A. y Ordoñana, J. A. (2018). La imagen visual como herramienta docente en el aula de canto. *Psychology, Society and Education*, 10(1), 55-78. <http://dx.doi.org/10.25115/psye.v10i1.1107>
- Ordoñana, J. A. y Laucirica, A. (2010). Lerdahl and Jackendoff's grouping structure rules in the performance of a Hindemith sonata. *The Spanish Journal of Psychology*, 13(1), 101-111. <https://dx.doi.org/10.1017/s113874160000370x>
- Parncutt, R. y Holmig, P. (2000). Is scientific research on piano performance useful for pianists? En 6<sup>th</sup> International Conference on Music Preception and Cognition (Keele University: European Society for the Cognitive Sciences of Music (ESCOM)).
- Rivas, M., Bastanzuri, M. A. y Olivera, M. (2013). El cuidado de la voz en la actividad docente. *Revista Habanera de ciencias médicas*, 12(supl.5), p. 74-81
- Ruismäki, H. y Juvonen, A. (2009). The new horizons for music technology in music Education. 2nd International Conference. *The changing face of music education (CFME09). Music and Environment*, (pp.98-104). Estonia: Tallinn University, Institute of Fine Arts, Department of Music.
- Sammartino, F. (2015). Ceros y unos en la musicología. Software y análisis musical. *Resonancias*, 19(37), 27-45.
- Saunders, T. C., y Holahan, J. M. (1997). Criteria-specific rating scales in the evaluation of high school instrumental performance. *Journal of Research in Music Education*, 45(2), 259-272. <https://doi.org/10.2307/3345585>
- Schutte, H.K., Stark, J.A. y Miller, D.G. (2003). Change in Singing Voice Production, Objectively Measured. *Journal of Voice*, 17(4), 495-501. [https://doi.org/10.1067/s0892-1997\(03\)00009-2](https://doi.org/10.1067/s0892-1997(03)00009-2)
- Serrano, R. M. (2017). Tecnología y educación musical obligatoria en España: referentes para la implementación de buenas prácticas, en *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 14, 153-169. <http://dx.doi.org/10.5209/RECIEM.54848>
- Shively, J. (2015). Constructivism in music education. *Arts Education Policy Review*, 116(3), 128-136. <https://doi.org/10.1080/10632913.2015.1011815>
- Shuler, S.C. (2011). Music assessment. Part 1: What and Why. *Music Educators Journal*, 98(2), 10-13. <https://doi.org/10.1177/0027432111427651>

- Tejada, J. (2004). Música y mediación de la tecnología en sus procesos de aprendizaje. *Educación XXI*, 7, 15-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/educxx1.0.7.327>.
- Tejada, J., Pérez-Gil, M. y García, R. (2011) Tactus: Didactic Design and Implementation of a Pedagogically Sound Based Rhythm-Training Computer Program. *Journal of Music, Technology and Education*, 3 (2+3), 155–165. [https://doi.org/10.1386/jmte.3.2-3.155\\_1](https://doi.org/10.1386/jmte.3.2-3.155_1)
- Tejada, J. y Pérez-Gil, M. (2016). Diseño y evaluación de un programa informático para la educación musical de maestros no especialistas. El caso de EMolab, *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical*, 13, 22-49. <https://doi.org/10.5209/RECIEM.52072>
- Torrado, J. A. y Pozo, J. I. (2008). Metas y estrategias para una práctica constructiva en la enseñanza instrumental. *Cultura y Educación*, 20(1), 35-48.
- Torres, L. (2010). *Las TIC en el aula de educación musical. Bases metodológicas y posibilidades prácticas*. Sevilla: MAD, Eduforma. <http://dx.doi.org/10.1174/113564008783781468>
- Torres, B., Masó, N., Rey, F., Sala-Blanch, X., Gimeno, E., Germán, A., Vilaró, J., Prats-Galino, A. y Gimeno, F. (2016). Patrones musculares en el canto. Un estudio piloto. *Revista de Investigaciones en Técnica Vocal*, 4(1), 7-22.
- Vitale, A. R. (2009). Towards a phenomenology of the instrument-voix. *Analecta Husserliana*, 104, 101-119. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-2979-9\\_24](https://doi.org/10.1007/978-90-481-2979-9_24)
- Volpe, G., Kolykhalova, K., Volta, E., Ghisio, S., Waddell, G., Alborn, P., Piana, S., Canepa, C., y Ramirez-Melendez, R. (2017). A multimodal corpus for technology-enhanced learning of violin playing. *In Proceedings of CHIItaly '17*, Cagliari, Italy, September 18–20, 2017, 1-5. <https://doi.org/10.1145/3125571.3125588>
- Webster, P. R. (2002). Computer-Based technology and music teaching and learning. En Colwell, R. y Richardson, C. (Eds.), *The New handbook of research on music teaching and learning* (pp. 416-444). Nueva York: Oxford University Press.
- Wilson, P. H., Thorpe, C. W. y Callaghan, J. (2005). Looking at singing: does real-time visual feedback improve the way we learn to sing? *APSCOM Conference: Asia-Pacific Society for the Cognitive Sciences of Music*. Seoul, South Korea, 4-6 August.
- Winter, N. (1993). Music Performance Assessment: A Study of the Effects of Training and Experience on the Criteria Used by Music Examiners. *International Journal of Music Education* 1, 34-39. <https://doi.org/10.1177%2F025576149302200106>