



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

**Máster Universitario en Letras Digitales: Estudios Avanzados en
Textualidades Electrónicas
Facultad de Filología**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Curso 2020-2021

***LA DIGITALIZACIÓN MUSICAL DE
PARTITURAS***

Nombre y apellidos: Nieves González Gil

Convocatoria: Septiembre de 2021

Tutores:

Adrián Riesco Rodríguez (Dpto. de Sistemas Informáticos y Computación)

Amelia Sanz Cabrerizo (Dpto. de Estudios Románicos, Franceses, Italianos y Traducción)

Calificación: Sobresaliente (9)

AGRADECIMIENTOS

“A mi tutor Adrián, por haber estado siempre disponible, por tener tanta paciencia y por darme siempre ánimos y fuerzas para seguir; a mi hermano Julio, porque gracias a él decidí meterme en el mundo tecnológico y me ayudó en todo momento. A mis compañeros de máster, con mención especial para Julie y Sandra, ya que sin ellas esto no habría sido posible. A mis padres Julio y Nieves, por estar siempre conmigo y porque por ellos soy lo que soy. A Fer, por haber aguantado mis peores momentos durante todo este año”.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE	3
RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	9
3. METODOLOGÍA	10
4. ESTADO DE LA CUESTIÓN	12
4.1. RECORRIDO Y PROBLEMÁTICA	12
4.2 RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE MÚSICA (Optical Music Recognition)	21
4.3 MUSICXML	25
4.3.1 EJEMPLO DE CODIFICACIÓN MUSICXML	28
4.4 INICIATIVA MEI	32
4.4.1 EL ESQUEMA MEI	34
4.4.2 MÓDULOS, ELEMENTOS Y ATRIBUTOS	35
4.4.3 ARQUITECTURA DEL DOCUMENTO MEI	36
4.4.3.1 EL ELEMENTO <meiHead>	36
4.4.3.2 EL ELEMENTO <music>	37
4.5 PROYECTOS ACTUALES (EDICIONES MUSICALES DIGITALES)	39
4.5.1 BIBLIOTECA NACIONAL DE ESPAÑA	41
5. CASO PRÁCTICO: CODIFICACIÓN DE PARTITURA	50
5.1. BREVE CONTEXTO DE LA OBRA	51
5.2 BREVE EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO	52
5.3 COMPARATIVA ENTRE AMBOS PROGRAMAS	56
6. CONCLUSIONES	61

RESUMEN

El presente trabajo versa sobre la digitalización musical de partituras y toda la problemática que conlleva. Muestra, por un lado, un enfoque teórico sobre qué es y en qué consiste la digitalización musical, cuál es su historia, los principales programas que se usan para codificar partituras (MusicXML y MEI), las instituciones más importantes, tanto internacionales como nacionales, que están llevando a cabo proyectos de digitalización musical de partituras, así como todos los problemas que surgen a la hora de digitalizar una partitura. Por otro lado, este trabajo contiene una propuesta práctica en cuanto a la digitalización de una partitura mediante MusicXML y MEI con el programa Sublime Text, propuesta que se concreta en una página web creada por la autora con HTML, Bootstrap y CSS. Así, este trabajo trata también de concienciar al lector sobre la importancia de la digitalización musical para la investigación musicológica y para la creación de partituras que aún no han visto la luz y pueden resultar de interés para intérpretes y estudiosos. Y es que un perfil musicológico y tecnológico no es algo que abunde en nuestro país, por lo que varias instituciones tienen numerosos problemas a la hora de llevar a cabo proyectos de tal envergadura por falta de personal especializado.

ABSTRACT

This Master's Thesis focuses on music score digitalization and its own specific situation. Primarily, this dissertation shows, from a theoretical perspective, what music digitalization is, its history, what it consists of as well as the main software tools used for codifying scores, such as MusicXML and MEI. Moreover, this essay reviews the main institutions, both national and international, that are currently conducting different projects where music digitalization is involved. Besides, the troubles of dealing with music score digitalization will be approached. Apart from that, this study also contains a more practical vision with regard to music digitalization using MusicXML and MEI together with SublimeText. All this can be seen in a web page specifically created for this purpose thanks to HTML, Bootstrap and CSS. The paper aims to make readers aware of the significance that music digitalization has not only for musicology research, but also for the creation of music

scores that have not been discovered by interpreters and scholars. The point is that, in Spain, there is not a defined profile where music and technology merge, and this is why several institutions face many difficulties when it comes to perform great projects, for instance lack of people suitably qualified among many others that will be outlined along the project.

1. INTRODUCCIÓN

Desde el siglo XVI han surgido numerosas técnicas para la impresión de partituras, como las xilografías, litografías o tipos móviles, con el fin de comercializar las obras, lo que facilita a intérpretes e investigadores su lectura y da una mayor claridad a su estética y significado. Desde finales del siglo XX y con el constante avance de las tecnologías, la edición comenzó a realizarse exclusivamente mediante programas y editores digitales. La digitalización musical puede hacer referencia a distintos ámbitos: por un lado, la digitalización sonora (discos, vinilos...), que podemos definir como una rama que usa técnicas de reproducción musical así como su difusión masiva¹; y, por otro, la digitalización de partituras impresas, que es la conversión en códigos informáticos de todos los símbolos musicales de una partitura manuscrita, en la que estará centrada principalmente este trabajo.

La digitalización de partituras musicales es un proceso largo y complejo que se lleva estudiando desde hace relativamente poco tiempo si lo comparamos con este procedimiento para documentos textuales. De igual modo, la representación por escrito de la música resulta algo muy distinto a la codificación de un texto escrito, dado que en la música no solo se trata de plasmar una nota, sino también todos los parámetros que acompañan a la partitura, como su duración, tono, matices, tempo, clave, etc. Y es de notar que un archivo PDF no contiene la estructura lógica de la música, sin hacer distinción entre si una línea pertenece a un pentagrama o a un un texto, por ejemplo². En realidad, un documento en formato PDF es un conjunto de gráficos que no son musicalmente significativos y no contiene información que pueda plasmar la estructura de la notación musical.

La digitalización musical arrastra problemas a lo largo de su historia, como por ejemplo, la limitada capacidad de almacenamiento de datos en los ordenadores de los años 80, cuando comenzó a llevarse a cabo. Además, hay que tener en cuenta las diferentes versiones entre las que habrá que decidir a la hora de digitalizar, como puede ser el criterio propio del compositor y/o del editor con respecto a la obra, sobre todo si se trata de música

¹ Horkheimer, M., & Adorno, T. (1988). *La industria cultural. Iluminismo como mistificación de masas*. <https://observatoriocultural.udgvirtual.udg.mx/repositorio/handle/123456789/402>

² Pugin, L. (2013). Going digital: Finding the right path for critical music editions. *Perspectives of New Music*, 3(2), 74-83.

antigua, entendiendo por música antigua la llamada *Early Music* o música occidental compuesta antes de 1750.

Debido a esta problemática, la representación musical por escrito es un fenómeno complejo que ha ido evolucionando en las últimas décadas, no solamente gracias al avance de las tecnologías, sino también por las numerosas investigaciones y estudios con la finalidad de afianzar un sistema óptimo y estándar en el mundo de la digitalización musical. En este trabajo, de igual forma, analizaré los diferentes recursos que han sido creados a lo largo de la historia de la digitalización, con el fin de elaborar un formato estándar y optimizar el proceso de codificación desde la aparición del sistema MIDI³ en 1983, que favoreció la notación musical, hasta soluciones más actuales como MEI⁴, un lenguaje suficientemente flexible y amplio para abarcar cualquier tipo de obra, estilo o época, llegando a convertirse en el estándar más estable en el campo de la digitalización musical y en un claro referente de la documentación musical digital⁵. Asimismo trataré la problemática de la complejidad técnica que supone el manejo de estas herramientas y me referiré, después, a los retos a los que se enfrentan las bibliotecas y archivos a la hora de llevar a cabo un proyecto de digitalización musical, lo cual resulta bastante costoso, puesto que requiere un personal muy especializado y con preparación para realizar controles de calidad, creación de metadatos y manipulación de manuscritos.

También trataré la dificultad que supone la preservación a largo plazo de estos documentos digitales por la falta de fondos y subvenciones. La implantación de catálogos digitales ha conseguido generar bases de datos *ad hoc* según las preferencias y sistemas de catalogación dentro de cada institución⁶. Esta aproximación revela varios problemas en relación a la preservación e intercambio de bases de datos, y es que los metadatos dependen habitualmente del software con el cual han sido creados y no trabajan con estándares generales que la comunidad musical pueda entender ni acceder a ellos sin una formación técnica.

³ The MIDI Manufacturers Association, (2014), *The Complete MIDI 1.0 Detailed Specification*, The MIDI Manufacturers Association, <https://www.midi.org/>

⁴ En adelante, los sitios web que pertenecen a instituciones, ya que son permanentemente actualizados, aparecen sin fecha de creación. MEI Guidelines, *Common Music Notation*, <https://music-encoding.org/guidelines/v3/content/cmnm.html>

⁵ *Ibidem*.

⁶ Geertinger, A. (2014). Turning music catalogues into archives of musical scores - Or vice versa: Music archives and catalogues based on MEI XML. *Fontes Artis Musicae*, 61, 61-66.

Así pues, el motivo personal que me ha llevado a hacer esta investigación es mi deseo de que España sea un referente en cuanto a digitalización musical de partituras españolas⁷. Concretamente, la Biblioteca Nacional de España⁸ y el Real Conservatorio Superior de Música de Madrid son las instituciones que más colecciones de partituras españolas albergan, incluyendo zarzuelas y género chico. Por ello, presentaré el caso específico de la Biblioteca Nacional de España a través de una charla que tuve con la jefa del Servicio de Partituras de la Biblioteca Nacional de España y del Departamento de Música y Audiovisuales, María Teresa Delgado, la cual me proporcionó la información y artículos suficientes como para poder hablar de esta sección.

Finalmente, mostraré en detalle el proceso de digitalización de la partitura española renacentista de Juan del Encina del villancico final de la Égloga 6 “Hoy comamos y bebamos” (sacada de la web principal de IMSLP⁹) a través de los dos lenguajes de marcado más importantes en la actualidad para la edición de partituras: MusicXML¹⁰ y MEI, con el objetivo de explicar el uso de cada uno de ellos, identificar los problemas que plantean y proponer algunas soluciones a la hora de emplear estos lenguajes. Por tratarse de una partitura de música antigua, experimenta ciertos problemas a la hora de codificarla, por lo que, en un primer lugar, llevaré a cabo un análisis de la edición propuesta tanto a nivel armónico como melódico para identificar las particularidades y dificultades que puedan surgir respecto a la partitura original, así como en ediciones digitales posteriores en el proceso de digitalización. Después, realizaré la codificación de dicha partitura teniendo en cuenta lo anterior. Para terminar, publicaré el texto editado con lenguaje MusicXML y MEI en una página web de creación propia¹¹ *ad hoc* para esta investigación.

⁷ Delgado, M.T. (2012). Hacia una biblioteca digital musical: El caso de la Biblioteca Nacional de España. *Boletín DM*, 16, 30-39.

⁸ BNE, *Biblioteca Nacional de España*, <http://www.bne.es/es/Inicio/index.html>
Biblioteca Nacional de España, *Música y musicología*. Colecciones, <http://www.bne.es/es/Colecciones/MusicaMusicologia/>

⁹ IMSLP, *Petrucci Music Library*, https://imslp.org/wiki/Main_Page

¹⁰ MusicXML, (2000). *MusicXML for Exchanging Digital Sheet Music*, <https://www.musicxml.com/>

¹¹ <https://nievesgg93.github.io/Pagina-web/index.html>

2. OBJETIVOS

En función de la problemática expuesta, los objetivos de este trabajo son los siguientes:

- Presentar las dificultades relativas a la digitalización musical, su recorrido, las instituciones y proyectos más destacados, con especial atención puesta en el organismo más importante de nuestro país: la Biblioteca Nacional de España. Asimismo, se pasarán a exponer las medidas y programas más importantes (MEI y MusicXML) creados hasta la actualidad, para intentar suplir las carencias analizando los planteamientos de otros autores.
- Poner a prueba y comparar los dos programas mediante un ejemplo práctico. A continuación, se pretende instruir al lector en el campo de la digitalización musical de partituras mediante un ejemplo propio desarrollado por la autora de este trabajo y a través de los programas nombrados anteriormente. El fin es que los lectores de este trabajo sean conscientes de la importancia que tiene la digitalización musical para poder seguir preservando su patrimonio, así como la investigación musicológica.

3. METODOLOGÍA

Como primera etapa del trabajo, se ha recopilado bibliografía básica sobre la digitalización musical a partir de las bases de datos más importantes en el campo, como son las siguientes:

- Base de datos de la Biblioteca de la Universidad Complutense de Madrid (Catálogo CISNE y E-Prints).
- Colecciones digitales de publicaciones académicas (Jstor, Academia, ProQuest, ResearchGate).
- Cantus¹² (Bases de datos de cánticos eclesiásticos latinos).
- Musedata¹³.
- Dialnet.
- Google académico (scholar).

Se han consultado, además, los sitios web autorizados y especializados en la materia, como son la Biblioteca Nacional de España (BNE), el proyecto SIMMSA¹⁴, AEDOM¹⁵, EDIROM¹⁶, etc., y se ha partido de las páginas oficiales de MusicXML, MEI (incluyendo su validador) y de MuseScore¹⁷ para la codificación de la partitura.

Finalmente, una fuente fundamental para presentar el estado de la cuestión ha sido la entrevista realizada a la jefa del Servicio de Partituras de la Biblioteca Nacional de España y del Departamento de Música y Audiovisuales, María Teresa Delgado, quien, muy amablemente, me recibió y me dio toda la información necesaria acerca de la situación actual de la Biblioteca Nacional.

Por último, también ha sido posible contactar con los responsables de la página oficial de MusicXML, por vía Twitter, para que me facilitasen información sobre su

¹² Cantus: *a Database for Latin Ecclesiastical Chant (CANTUS)*. Accesible desde: <http://cantus.uwaterloo.ca/>.

¹³ Musedata, <https://musedata.org/>

¹⁴ SIMSSA Project, *Single Interface for Music Score Searching and Analysis* <https://simssa.ca/>

¹⁵ AEDOM, *Asociación española de Documentación Musical*, <https://www.aedom.org/>

¹⁶ Edirom, *ViFE-Virtueller Forschungsverbund Edirom*, <https://www.edirom.de/>

¹⁷ MuseScore, <https://musescore.org/es>

lenguaje, en concreto, sobre los DTD (Document Type Definition), puesto que detecté que en la página web no estaba disponible el apartado donde debía.

4. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En este apartado, repasaré los conocimientos acerca del tema que nos ocupa: la digitalización musical de partituras. Para ello abordaré, en primer lugar, una panorámica general del estado en el que se encuentra a día de hoy la digitalización musical y los problemas que ésta conlleva. Por otra parte, y como solución a estos problemas, señalaré los autores principales que han estudiado y publicado sobre la digitalización musical y qué iniciativas han llevado a cabo para intentar resolver, de la mejor manera posible, estas dificultades. De todas las iniciativas propuestas, me centraré en las principales a las que podemos recurrir a día de hoy y las que han resultado ser las más completas: MusicXML y MEI, sin olvidar una breve mención a OMR.

Para hacer una pequeña introducción al lector antes de adentrarme en el siguiente punto (Caso Práctico), he ejemplificado una sola nota musical mediante MusicXML y he tratado los elementos más importantes de MEI.

Por último, y para acabar este apartado, he indagado acerca de los proyectos actuales más importantes internacionalmente y, por supuesto, no he dejado atrás la institución más ilustre de nuestro país: La Biblioteca Nacional de España así como sus proyectos más emblemáticos y futuras propuestas.

4. 1. RECORRIDO Y PROBLEMÁTICA

La industria musical es parte de lo que conocemos como “industrias culturales”, lo que Ramón Zallo define como:

un conjunto de ramas, segmentos y actividades auxiliares industriales productoras y distribuidoras de mercancías con contenidos simbólicos, concebidas por un trabajo creativo, organizadas por un capital que se valoriza y destinadas finalmente a los mercados de consumo, con una función de reproducción ideológica y social¹⁸.

Partiendo de esta definición, podemos afirmar que una de las características de las industrias culturales es que implican un trabajo creativo a la vez que un proceso de

¹⁸ Zallo, R. (1988). *Economía de la comunicación y la cultura*. Ediciones AKAL.

valorización de capital y de consumo masivo. No obstante y paradójicamente, una de las finalidades de la industria cultural es regularizar lo máximo posible el trabajo ya que, aunque estén insertadas dentro de un sistema capitalista, no hay un régimen salarial como tal y se ha formulado un mantenimiento de las relaciones laborales como el artesanado o colaboraciones eventuales (*freelancers*)¹⁹.

Los inicios del concepto de “industria musical” se remontan a Adorno y Horkheimer²⁰, dos teóricos y filósofos que mencionaron por primera vez el término de “industria musical” para definir las técnicas de reproducción musical, así como su difusión masiva. De la definición de Zallo podemos extraer que otra de sus principales finalidades es la reproducibilidad de las obras, es decir, la conversión a un formato extensible que permita su transformación en mercancía. De aquí también podemos extraer que los bienes culturales no son escasos y que la industria cultural logra sacar una renta mediante la fusión de los bienes simbólicos con bienes privados (la butaca de un auditorio, un libro...) a través de las leyes de propiedad intelectual.

Siguiendo a Bustamante²¹, la industria cultural se puede diversificar en varias subsecciones según la influencia del capital:

1. Espectáculos de masas (característica pre-industrial).
2. Edición continua (prensa escrita).
3. Edición discontinua: el lugar del editor/selector es clave pero no tiene continuidad como la prensa (libro-disco-cine).
4. Difusión o programación continua (televisión).
5. Nuevas industrias culturales (digitalización).

Dentro del último punto, el relativo a la digitalización, podemos hablar de “industrias del catálogo”, pues son prototipos creativos, individualizados y reproducidos mediante soportes materiales, que se financian por el pago del consumidor. La aparición de la

¹⁹ Peña Boerio, V. (2016). *Industria musical y digitalización: Nuevos desafíos, modelos de negocio y de gestión*. <http://ri.unsam.edu.ar/handle/123456789/876>

²⁰ Adorno, T. y al. *op.cit.*

²¹ Bustamante, E. (2003). *Hacia un nuevo sistema mundial de comunicación: Industrias culturales en la era digital*. Gedisa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=10648>

digitalización musical está suponiendo cambios en las etapas de las cadenas de valores de las industrias; de hecho, gracias a ella se está produciendo un notable abaratamiento de los costos y se ha aumentado la venta de productos en línea, lo que conlleva la utilización de vías legales e ilegales, la aparición de alianzas intersectoriales y la consolidación de mercados publicitarios.

Además, la representación musical por escrito arrastra problemas de varios tipos, ya que la música puede plasmarse en diferentes niveles de abstracción. Por una parte, está el sonido en sí, pero, por otra, prima cómo se presenta en la cabeza del compositor y su forma de entenderla.

Efectivamente, si nos centramos en el proceso de composición, existen varios niveles desde que el compositor idea una melodía hasta que el público la escucha primera vez²²; el sonido se abstrae en la partitura, algo que es ampliamente simbólico en la música pues, ¿cuántos símbolos, iconos y representaciones gráficas representan miméticamente las modulaciones del sonido? En la música antigua, por ejemplo, observamos un problema y es que no podemos tener un acceso directo a ella sin una edición o traducción moderna, por lo que habrá versiones más subjetivas que otras, dado que el editor puede considerar qué representar en la partitura de una manera concreta.

La notación puede afectar a nuestra percepción de cada obra, como por ejemplo en el antiguo manuscrito de *Old Hall*²³, una notación “no canonizada”, y en una pieza de Josquin des Prez en el *Manuscrito Médici*²⁴ de Florencia, en el que se indica un “signo frágil”²⁵. Casos de este tipo ponen en relieve la distancia entre lo que la notación antigua puede y lo que la nueva notación debe significar. Basta con alertarnos sobre el hecho de que estamos tratando con diferentes bases conceptuales para la derivación canónica.

Así pues, el dilema de la fidelidad de las distintas ediciones musicales es una de las grandes disputas para la historia de la interpretación. Y es que gran parte de los músicos que

²² Babbitt, M. (1965). The Use of Computers in Musicological Research. *Perspectives of New Music*, 3(2), 74-83. <https://doi.org/10.2307/832505>

²³ Bent, M. (2001). *Old Hall Manuscript* (Vol. 1). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.20296>

²⁴ Original Manuscripts of the Medici. (1927). *Bulletin of the Business Historical Society*, 1(10), 1-6. <https://doi.org/10.2307/3111020>

²⁵ Bent, M. (s. f.). Editing early music: The dilemma of translation. *Early Music*, XXII, 373-392.

se educaron en composiciones y tendencias del siglo XX nunca trabajaron directamente con piezas originales del movimiento de recuperación de música antigua o *Early Music*, dando la espalda a las músicas históricas. Pero, ¿cuál es la edición perfecta? Por supuesto no es una que haya sido transcrita pensando en nuestro sistema moderno como si la pieza original hubiera sido compuesta como tal²⁶. Por ello, la edición crítica musical es una de las mayores preocupaciones para los musicólogos. A lo largo del siglo XXI, los editores musicales han intentado presentar ediciones neutrales para no responsabilizarse de una opinión subjetiva de lo que quiere decir un signo un poco borroso en una partitura, por ejemplo. En particular, si queremos ilustrar esto, basta referirnos al primer movimiento de la *Sonata Hammerklavier* op. 106 de Ludwig van Beethoven (compases 224-226)²⁷, donde aparecen en dos apuntes la nota “La becuadro”, que la primera edición interpreta como “La sostenido”. Por no conservar ningún autógrafo, se puede pensar que se trate de una opción factible de la copia impresa y que represente las últimas ideas que Beethoven tuvo sobre el tema; no obstante, podemos suponer que han podido intervenir diversas nociones compositivas ajenas al pensamiento del propio Beethoven. Incluso si hubiera aparecido el autógrafo de Beethoven, esto no ayudaría, puesto que el mismo compositor pudo cambiar el texto durante el proceso de publicación y, aunque nos ciñéramos a las fuentes originales y a un estudio estilístico de su obra, no podemos saber cuáles fueron sus intenciones, por lo que lo mejor que podemos hacer es simplemente elegir. El término *Urtext* nos puede revelar el tipo de pensamiento editorial, pues este tipo de ediciones muestran el “texto original” del compositor sin pasar por el juicio del editor. Sin embargo, autores como Günter Henle²⁸ y Georg Feder²⁹ son partidarios de la participación, en mayor o menor medida, del mismo³⁰.

Desde luego, las ediciones modernas no son una copia exacta de la composición original, como se viene diciendo erróneamente, sino que son una traducción pensada para nuestro sistema actual. Por ello, lo más recomendable para un intérprete es profundizar más sobre los conocimientos relacionados con la música que va a trabajar para establecer su

²⁶ Ibidem

²⁷ Badura-Skoda, P. (2012). Should we play A \flat or A \sharp in Beethoven's «Hammerklavier» Sonata, Opus 106? *Notes*, 68(4), 751-757. Ver también: E. Badura-Skoda, “Textual Problems”, pp.303-304 y Rosen, *The Classical Style*, pp.420-421.

²⁸ Henle, G., & Bente, M. (1980). *Musik, Edition, Interpretation: Gedenkschrift Günter Henle*. Henle.

²⁹ Feder & Unverricht. (1959). Urtext und Untextausgaben. En *Die Musikforschung*, Vol. 12, pp. 432-459. Editions and Musicians.

³⁰ Grier, J. (2008). *La edición crítica de la música*. Ediciones AKAL.

propio criterio y no depender solo de la idea del intermediario, que será el transcriptor o traductor, al entrar solo en contacto con la edición moderna.

La propiedad polifacética de la representación musical en un nivel analógico se ve reflejada en el mundo digital. Mientras que, en un principio, la representación musical puede reproducirse muy bien en formatos digitales, también lo hace de una forma mucho más abstracta, pues el sonido que escuchamos puede variar desde formatos sin comprimir hasta formatos de partitura en sonido MIDI, que es una representación muy utilizada para todos los instrumentos.

Cada una de las representaciones musicales digitales puede usar diferentes formatos, (muestras de sonidos para la grabación de audio, códigos de evento numérico para el formato MIDI o símbolos musicales para la representación de partituras), pero si nos centramos en una partitura anotada como tal, que es lo que más nos interesa para las ediciones críticas musicales, vemos que, en muchos aspectos, es algo muy similar a la notación de un texto literario. De hecho, históricamente, en todos los manuscritos antiguos, siempre ha habido medios y soportes adaptables para anotar la música, aunque en la impresión fuera algo más tardío: la imprenta de Gutenberg tardó en introducir tipos musicales y no fue hasta treinta años después cuando Petrucci inventó una técnica de impresión musical³¹. Otros veinte años después, el compositor y editor francés Pierre Attaignant consiguió desarrollar una técnica óptima y única en la impresión de partituras, la impresión mediante una sola tirada con un sistema de nuevos tipos móviles donde se podían imprimir de una vez las notas y los pentagramas mediante la colocación de segmentos sobre el mismo pentagrama. Este método fue utilizado por primera vez en 1527 en su libro *Chansons Nouvelles en musique à quatre parties*. Además de estas treinta y seis canciones, publicó libros para música instrumental, como piezas para laúd, tablaturas para teclado y varios libros de Misas y Motetes³².

Mientras tanto, la digitalización musical fue un proceso mucho más corto en cuanto se inventaron los ordenadores y ha tenido una muy rápida difusión. Sin embargo, no todo ha sido tan sencillo: la notación musical por ordenador es aún un campo muy complejo en el que

³¹ Scott, P. J. D. (2007). Ottaviano Petrucci: Catalogue Raisonné. By Stanley Boorman. New York: Oxford University Press. 2006. *The Library*, 8(1), 76-79. <https://doi.org/10.1093/library/8.1.76>

³² Pogue, S. F. (1970). Review of Pierre Attaignant, Royal Printer of Music [Review of *Review of Pierre Attaignant, Royal Printer of Music*, por D. Heartz]. *Notes*, 27(2), 258-260. <https://doi.org/10.2307/896915>

queda mucho todavía por investigar y que continúa suponiendo todo un reto. A finales de los años 60, Arthur Mendel y Lewis Lockwood³³, de la Universidad de Princeton, codificaron cientos de partituras de las obras del compositor renacentista franco-flamenco Josquin Desprez³⁴, lo que les permitió estudiar las obras atribuidas al compositor, haciendo a su vez un análisis estilístico. Asimismo, los primeros indicios de notación musical digital surgieron por un grupo de pioneros en los años 80 con la invención de los ordenadores³⁵; no obstante, sería un poco más tarde, al incorporar esta tecnología a la vida cotidiana del ser humano, cuando realmente se estimuló la investigación³⁶. Aunque esto implicó que una considerable cantidad de investigadores quisieran ahondar en este tema, se necesitaron algunos años más para encontrar una solución más plausible para la notación musical digital. Si un documento literario se podía digitalizar mediante un instrumento como un teclado de ordenador, en la notación musical debía ser parecido, solo que combinando un sistema de códigos, pues no solo había que anotar las figuras como una negra o una corchea, sino que se precisaba también hacerlo con la duración o el tono, entre otras muchas cosas.

La aparición del sistema MIDI favoreció la notación musical, aunque a día de hoy la transcripción de los datos en este formato sigue siendo problemática. Por un lado, la labor de estos investigadores puso de manifiesto la complejidad que supone transcribir una pieza musical por ordenador y, por otro, sacó a la luz las habilidades y conocimientos que se requieren para llevar a cabo una edición musical y distribuir de manera correcta la música en un pentagrama. El formato MIDI proviene de *Musical Instrument Digital Interface* y se puede definir como un protocolo de comunicación entre instrumentos por medio de mensajes en eventos musicales³⁷. Su formato de almacenamiento se conoce como Formato MIDI Estándar (SMF) y su extensión es “.mid”³⁸. Mientras tanto, el formato de cada mensaje está compuesto por un primer byte de estado seguido de un máximo de dos bytes de datos. El formato básico de un mensaje MIDI es el siguiente:

³³ Mendel, A. (1969). Some preliminary attempts at computer-assisted style analysis in music. *Computers and the Humanities*, 4(1), 41-52. <https://doi.org/10.1007/BF02393450>

³⁴ The Josquin Research (JRP), *The Josquin Research Project, Search, browse, and analyze complete scores of polyphonic music, ca. 1420- ca.1520*, <http://josquin.stanford.edu/>

³⁵ Pugin, L. *op. cit.*

³⁶ Hewlett, W. B., & Selfridge-Field, E. (1991). Computing in Musicology, 1966-91. *Computers and the Humanities*, 25(6), 381-392.

³⁷ Rodríguez Martínez, L. (2020). *Desarrollo de una aplicación para la detección y codificación MIDI de melodías por medio de análisis tiempo-frecuencia*.

³⁸ The MIDI Manufacturers Association, (2014), *The Complete MIDI 1.0 Detailed Specification*, The MIDI Manufacturers Association, <https://www.midi.org/>

Byte de estado		Byte de datos	Byte de datos
Note Off	Canal	Nota	Velocity
1000	0000-1111	00000000-01111111	00000000-01111111
Note On			
1001			

Fuente obtenida de: Rodríguez Martínez, L. (2020). *Desarrollo de una aplicación para la detección y codificación MIDI de melodías por medio de análisis tiempo-frecuencia*.

Como vemos en la imagen, se representa la amplitud de las notas que componen una melodía. Para ello, se realiza un mapeo detectado entre valores binarios de 0 a 127, ya que son los valores estándar en codificación MIDI. Esta amplitud tendrá un valor máximo en la melodía entre 0 y 1 que corresponderá con el valor 127. Por consiguiente, en formato MIDI, este parámetro *velocity* representa la fuerza con la que una nota es pulsada.

$$velocidad = 127 \times \frac{A(n)}{\max(A(n))} \quad n = 1, \dots, N - Evento$$

Ecuación: Cálculo del parámetro velocity. Donde: $A(n)$, con valores entre 0 y 1, corresponde a la amplitud del parcial n. n corresponde a la nota MIDI o evento particular que compone la melodía.

El objetivo principal de todas estas investigaciones radica en encontrar la mejor representación posible de una partitura en lenguaje musical, ya sea de una edición musical de bajo coste o una edición crítica musical académica. Cuando empezó la digitalización musical, los investigadores se encontraron con un problema elemental: la limitación de datos en los ordenadores de la época, sobre todo a finales de siglo XX, en cuya época comenzaron estas investigaciones. En su mayoría, las aplicaciones de software de notación musical eran archivos binarios, algo difícilmente legible para los seres humanos y solo leídas por una máquina con especificaciones concretas. A este hecho hay que unir que el diseño de gran parte de las aplicaciones con software de notación musical tenga fines comerciales y las

empresas sigan sin querer compartir su representación interna³⁹. Todo esto ha supuesto que a lo largo de estas décadas se hayan creado decenas de aplicaciones de este tipo sin reglas estándar ni especificaciones concretas, ni tan siquiera documentación musical⁴⁰. Tampoco son compatibles entre sí, lo que hizo que aquellas que fueran públicas y abiertas, como SCORE y DARMS, tuvieran un mayor auge, debido a que no solo se limitan a la notación musical, sino que también tienen más aplicaciones informáticas⁴¹.

Por otro lado, las encuestas y estudios sobre digitalización musical revelan que las bibliotecas y archivos se enfrentan a muchos desafíos cuando arrancan proyectos de digitalización:

- En lo relativo a la financiación, la digitalización en sí es bastante costosa y requiere muchos recursos, especialmente en lo que se refiere al tiempo del personal colaborador, pues estos proyectos precisan de preparación, manipulación y escaneo de los documentos, realización de un control de calidad, creación a mano de metadatos y acceso a las colecciones a través de un sitio web y/o una interfaz búsqueda⁴². Muchos de los proyectos sobre digitalización musical se financian con fondos especiales, como subvenciones o donaciones en lugar de con fondos operativos, lo cual significa que se crea un equipo de trabajo temporal en lugar de un equipo consolidado⁴³.
- La falta de personal competente con conocimientos musicológicos y técnicos a la vez y capaces de ofrecer asistencia técnica.
- La preservación a largo plazo de las colecciones digitales potenciada⁴⁴, a su vez, por la falta de apoyo de fondos especiales; como explica Breeding⁴⁵, la garantía del acceso a largo plazo a dichas colecciones digitales implica "una cadena constante e ininterrumpida de migraciones a nuevos soportes de almacenamiento, formatos de

³⁹ Pountain, D. (1992, marzo). Following in Wolfgang's Footsteps. *Bytes*, 921S - 20.

⁴⁰ Pugin, L. *op.cit.*

⁴¹ Selfridge-Field, E., & Selfridge-Field, C. P. M. and S. S. E. (1997). *Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes*. MIT Press.

⁴² Lopatin, L. (2006). Library digitization projects, issues and guidelines: A survey of the literature. *Library Hi Tech*, 24(2), 273-289. <https://doi.org/10.1108/07378830610669637>

⁴³ Rieger, O. Y. (2010). *Enduring Access to Special Collections: Challenges and Opportunities for Large-Scale Digitization Initiatives | Rieger | RBM: A Journal of Rare Books, Manuscripts, and Cultural Heritage*. 11(1), 11-22. <https://doi.org/10.5860/rbm.11.1.328>

⁴⁴ Lampert, C., & Vaughan, J. (2009). Success Factors and Strategic Planning: Rebuilding an Academic Library Digitization Program. *Information Technology and Libraries*, 28, 116-136. <https://doi.org/10.6017/ital.v28i3.3220>

⁴⁵ Breeding, M. (2014). Ongoing Challenges in Digitization. *Computers in Libraries*, 34(9), 16-18.

archivo y controles para asegurar y corregir la integridad de todos los bits que componen cada objeto digital".

- El tratamiento de las cuestiones legales⁴⁶ (derechos de autor) y la gestión de flujo de trabajo, pues las partituras suelen ser multimodales, es decir, además del lenguaje propio musical, una partitura también puede incluir imágenes y texto, lo que puede complicar su manejo⁴⁷.

De todos estos problemas podemos extraer dos preguntas clave: ¿deberían las bibliotecas y gobiernos dar subvenciones a más proyectos de digitalización musical? ¿Deberían proporcionar las bibliotecas más herramientas necesarias para abordar estos retos informáticos a los investigadores musicales? Creo que son necesarias ambas propuestas, así como la colaboración más estrecha entre estos y los investigadores de humanidades digitales. Debido al escaso número de partituras codificadas, los investigadores musicales se ven obligados a crear su propio corpus y herramientas, a lo que las bibliotecas podrían contribuir ya que poseen grandes colecciones de partituras y cierta experiencia en la catalogación musical.

El papel de las bibliotecas en las últimas décadas se ha modificado notablemente debido a la inserción de herramientas tecnológicas. Por ello, autores como Vandegriff y Varner sugieren que las bibliotecas deberían "funcionar cada vez más como un lugar en el que los académicos puedan probar cosas nuevas, explorar nuevas metodologías y, en general, experimentar con nuevas formas de hacer investigación⁴⁸. Y es que, gracias a las labores de proyectos como SIMSSA (*Single Interface for Music Score Searching and Analysis*)⁴⁹, que proponen la utilización de herramientas como OMR, necesarias para garantizar la preservación a largo plazo, y la interfaz de búsqueda y análisis de partituras, se debería poder ayudar a las bibliotecas a jugar un papel mucho más importante en los estudios de musicología digital. Asimismo, la creación de metadatos, los interfaces de usuarios y la

⁴⁶ Damm, D., Fremerey, C., Thomas, V., Clausen, M., Kurth, F., & Müller, M. (2012). A digital library framework for heterogeneous music collections: From document acquisition to cross-modal interaction. *International Journal on Digital Libraries*, 12(2), 53-71. <https://doi.org/10.1007/s00799-012-0087-y>

⁴⁷ Tobar, C. (2011). Music to My Ears: The New York Philharmonic Digital Archives. *D-Lib Magazine*, 17(7-8), 4.

⁴⁸ Laplante, A., & Fujinaga, I. (2016). *Digitizing musical scores: Challenges and opportunities for libraries*. 45-48. <https://doi.org/10.1145/2970044.2970055>

⁴⁹ SIMSSA Project, *Single Interface for Music Score Searching and Analysis* <https://simssa.ca/>

divulgación son otras de las áreas de experiencia pueden ser fundamentales para un proyecto de investigación"⁵⁰.

4.2 RECONOCIMIENTO ÓPTICO DE MÚSICA (Optical Music Recognition)

Una de las técnicas más extendidas para la digitalización musical es el reconocimiento óptico de los caracteres, que destaca por la creación de bibliotecas digitales musicales con capacidad de búsqueda para ayudar a musicólogos e investigadores a la hora de realizar una edición crítica musical⁵¹. Pero la música de los siglos XVI y XVII posee unas características gráficas específicas⁵².

El reconocimiento óptico de las partituras de los siglos XVI y XVII no es una tarea sencilla, pues estos documentos se encuentran generalmente en mal estado y son muy antiguos. De igual modo, no se pueden usar las técnicas convencionales de OMR puesto que estos documentos presentan numerosos errores e irregularidades de impresión, por ejemplo, las líneas del pentagrama no son continuas a veces y su grosor no es siempre el mismo en las cinco líneas.



Imagen 1: Ejemplo de pentagrama impreso con tipos móviles

⁵⁰ Vandegrift, M., & Varner, S. (2013). Evolving in Common: Creating Mutually Supportive Relationships Between Libraries and the Digital Humanities. *Journal of Library Administration*, 53(1), 67-78. <https://doi.org/10.1080/01930826.2013.756699>

⁵¹ Pugin, L. (2006). *Computer Software for Early Music Editions: A New Approach*. Poetry and Patronage in Late Renaissance Italy: Luca Marenzio and the Madrigal, International Conference, Harvard University.

⁵² King, A. H. (1991). Review of *Review of Music Printing and Publishing*, por D. W. Krummel & S. Sadie. *Music & Letters*, 72(3), 413-415.

Como se observa en la imagen 1, los pentagramas de los siglos XVI y XVII presentan numerosas irregularidades de impresión, tanto en las notas musicales como en el mismo pentagrama (que ni siquiera muestra una continuidad de líneas). Por ello, resulta complejo aplicar el reconocimiento óptico de caracteres convencional.

Las herramientas de OCR han sido objeto de numerosos estudios durante las últimas décadas. Algunos de los más importantes han sido llevados a cabo por autores como Carter⁵³, quien menciona por primera vez el estudio de las primeras investigaciones tipográficas o Bell y Bainbridge⁵⁴, que proponen una solución para su ampliación, aunque nunca en lo referente a las tipografías, o Pinto⁵⁵ en referencia a la música antigua pero, la investigación que por fin se acerca más específicamente al OMR es la de Dalitz y Karsten⁵⁶, sobre el reconocimiento de grabados de música para laúd de la misma época.

Desde la Universidad de Montreal, en Canadá, Laurent Pugin⁵⁷ y sus colegas propusieron varios experimentos en el campo de la digitalización de partituras de música antigua utilizando el tipo de letra como unidad de reconocimiento. El vocabulario HMM (*Hidden Markov Models*) o modelo de Markov corresponde al número de tipos de la fuente musical y contendrá más de 200 tipos diferentes. El HMM aboga por el registro automático de audio. En total, han construido sus datos mediante 1.478 pentagramas, 52.178 caracteres correspondientes a 175 símbolos diferentes y páginas escaneadas (con una resolución de 440 ppp) e imágenes con escalas de grises. A partir de los tipos estudiados y recogidos en las fuentes utilizadas, (que fueron los manuscritos Willaert⁵⁸, Marenzio⁵⁹ y Ghibel⁶⁰), definen tres tipologías basadas en la anchura de los tipos, como se ve en la imagen 2.

⁵³ Carter, N. (1991). Automatic Recognition and Related Topics: Report for Research at Guildford, University of Surrey. *Computing in Musicology: A Directory of Research*, 7, 323-331.

⁵⁴ Bainbridge, D., & Bell, T. (2003). A music notation construction engine for optical music recognition. *Software: Practice and Experience*, 33(2), 173-200. <https://doi.org/10.1002/spe.502>

⁵⁵ Pinto, J., Vieira, P., & Sousa, J. (2003). A new graph-like classification method applied to ancient handwritten musical symbols. *IJDAR*, 6, 10-22. <https://doi.org/10.1007/s10032-003-0102-3>

⁵⁶ Dalitz, C., & Karsten, T. (2005). *Using the Gamera Framework for Building a Lute Tablature Recognition System*. 478-481.

⁵⁷ Pugin, L. (2008). *Optical Music Recognition of Early Typographic Prints using Hidden Markov Models*. 53-56.

⁵⁸ Willaert, A., & Bossuyt, I. (1986). *Fantasia, ricercare, contrapunti: A tre voci*. Alamire.

⁵⁹ La Compagnia Del Madrigale & Marenzio. (s. f.). *Marenzio: Quinto Libro Di Madrigali A Sei Voci / La Compagnia Del Madrigale*. Glossa.

⁶⁰ Ghibel, H. (1984). *Il primo libro de madrigali a tre voci a note negre novamente per Antonio Gardane*. Alamire.

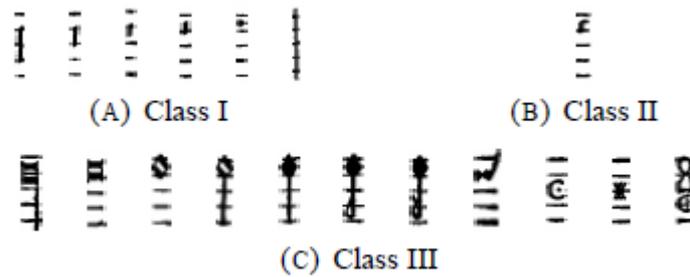


Imagen 2: Tipos de basados en diferentes clases

Por su parte, uno de los problemas que conlleva el uso de OMR es que la tasa de precisión de este tipo de tecnología es mucho menor que las de reconocimiento óptico de caracteres (OCR). En consecuencia, muchas de las partituras de archivo y bibliotecas suelen estar disponibles solo como imágenes, sin la posibilidad de buscar su contenido. Muchas de las partituras se han transcrito, a menudo, manualmente⁶¹. Teniendo en cuenta el tiempo que ello conlleva, actualmente solo existe una pequeña parte de partituras que estén codificadas⁶². Así, los investigadores que quieran utilizar enfoques más computacionales para el análisis musical de las colecciones existentes, tienen que codificar manualmente la mayor parte de las partituras. Por ello, la codificación musical ha tenido un impacto muy negativo en el desarrollo de aplicaciones para el análisis musical.

Una de las soluciones dadas a este problema es el aportado por el proyecto SIMSSA, cuyo objetivo es el de reducir las barreras con el desarrollo de tecnologías OMR⁶³, mediante el desarrollo de una herramienta de procesamiento de documentos musicales para crear una gran colección de partituras codificadas, así como el desarrollo de una interfaz con herramientas para buscar y analizar estas partituras⁶⁴. Sin embargo, para que todo esto resulte, es necesario que las bibliotecas sigan con el proceso de digitalización de sus colecciones y que creen metadatos enriquecidos⁶⁵ que sean compatibles con la infraestructura de SIMSSA.

⁶¹ Musedata, <http://www.musedata.org/>

⁶² Pugin, L. (2015). The Challenge of Data in Digital Musicology. *Frontiers in Digital Humanities*, 2. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2015.00004>

⁶³ Breeding *op.cit.*

⁶⁴ Harrington, B., Warner, J., Brown, E., DiLauro, T., Fujinaga, I., Requardt, C., & Choudhury, S. (2000). Digital Workflow Management: The Lester S. Levy Digitized Collection of Sheet Music. *First Monday*, 5. <https://doi.org/10.5210/fm.v5i6.756>

⁶⁵ *Ibidem.*

Como conclusión, este proyecto aboga por la propuesta HMM o modelo de Markov en lugar del OMR tradicional y más usado por cuanto que el uso de modelos monodimensionales pueden lograr un reconocimiento bastante preciso desde el microfilm y sin necesidad de usar técnicas como la eliminación de líneas del pentagrama, pues, en nuestro estudio, los pentagramas son considerados como una secuencia más de símbolos. El proyecto HMM abre así nuevos caminos al mundo de la investigación sobre la rama de la música antigua.

4.3 MUSICXML

Históricamente, una de las primeras iniciativas para codificar partituras fue NIFF (*Notation Interchange File Format*), que se inició en 1994 y fue creada para intentar unificar todas las normas de notación musical en una sola aplicación de software de digitalización y de publicación. Sin embargo, no llegó a calar entre la comunidad y ya no se mantiene como herramienta de referencia. El formato NIFF estaba basado en el formato RIFF (*Resource Interchange File Format*), que es una estructura de archivo elaborada por Microsoft. El nivel de detalle puede ir desde el tono y la sincronización (similar al formato MIDI), hasta algo más complejo como gráficos e información MIDI incrustada. Aunque el formato NIFF fue una iniciativa compleja y detallada, nunca llegó a establecerse y el sitio web lleva cerrado desde febrero de 2006, quedando obsoleto tras la aparición del formato MusicXML. Actualmente la página web de NIFF permanece exclusivamente para uso educativo⁶⁶.

Una de las mejores iniciativas que heredan de la tradición de NIFF ha sido MusicXML, creada por Michael Good en el año 2004⁶⁷. Como él mismo explica, es un formato estándar para representar la notación musical desde el siglo XVII hasta la actualidad y se basa en el lenguaje de marcado extensible XML, cuya función es representar tanto música académica como popular. Además, MusicXML pretende que esta herramienta pueda anotar también la música antigua y la música atonal (música que carece de tonalidad y se opone al sistema de jerarquías tonales presente en la música occidental desde el siglo XVII) con una notación menos común de los siglos XX y XXI. La función de los archivos en XML en el ámbito musical es el intercambio de información correspondiente a la partitura entre distintos sistemas⁶⁸:

“XML no está destinado realmente a ser un lenguaje de representación del conocimiento, sino más bien un formato de intercambio de datos [...] por lo que se recomienda su uso para el intercambio de datos a nivel de descripciones sintácticas de gráficos con cualquier anotación que

⁶⁶ The NIFF, (1995) *The NIFF (Notation Interchange File Format)*, <http://www.music-notation.info/en/formats/NIFF.html>

⁶⁷ Good, M. (s. f.). *MusicXML in Commercial Applications* | , <http://michaelgood.info/publications/music/musicxml-in-commercial-applications/>

⁶⁸ Nava, I. M. (2021). Notación de la música de dos danzas tradicionales jiquilpenses: Un caso de gestión del patrimonio cultural inmaterial desde las humanidades digitales. *Estudios sobre las culturas contemporáneas*, 52 (Enero-Junio), 121-151.

sea apropiada para la música, y no para la representación de la música directamente.”⁶⁹

La codificación de MusicXML está basada, como he mencionado anteriormente, en el lenguaje de marcado XML y contiene, además de varios elementos (ELEMENT) y atributos (ATTLIST), también el *Document Type Definition* (DTD) que tratan, pues, de compilar todas las versiones creadas desde 2004 (la versión 1.0, la versión 1.1 y la versión 2.0). Asimismo, se implementó un esquema de XML (XSD) de la versión 2.0 de 2008. De entre los más de 100 programas que soporta MusicXML, se incluyen Finale⁷⁰, Sibelius⁷¹ y MuseScore⁷² (los tres programas líderes de notación musical).

Los DTD y XSD se pueden distribuir bajo la licencia MusicXML *Document Type Definition Public License*. Aunque los archivos MusicXML pueden ser creados a mano, programas como MuseScore, ayudan a hacerlo más fácilmente, simplificando la lectura y escritura de estos archivos.

Para solucionar los problemas que conllevaban todas las herramientas anteriores, MusicXML se afianzó mediante dos estrategias: primeramente, MusicXML está basada en dos de los formatos musicales más extendidos como son MuseData⁷³ (creado por Walter Hewlett en la Universidad de Stanford) y el formato kern Humdrum⁷⁴ (desarrollado por David Huron en la *Ohio State University*), ambos con un gran inventario de música libre de forma que han sido usados para varias aplicaciones musicales. En segundo lugar, la definición de MusicXML se ha desarrollado a partir del software MusicXML. El software original produjo conversiones bidireccionales a MuseData, leyó ficheros NIFF y desarrolló archivos en MIDI estándar. El último paso fue transcribir estas partituras con programas de edición musical como Finale o Sibelius. Partiendo de estos tres archivos, MusicXML ha demostrado que su capacidad de intercambio básica era bastante sólida.

⁶⁹ Wiggins, G. A. (2009). Computer Representation of Music in the Research Environment. En *Modern Methods for Musicology*. Routledge, 27-42.

⁷⁰ Finale, *Finale | Music Notation Software That Lets You Create Your Way*, <https://www.finalemusic.com/>

⁷¹ Sibelius, *Software de notación musical—Sibelius—Avid*, <https://www.avid.com/es/sibelius>

⁷² MuseScore, <https://musescore.org/es>

⁷³ Hewlett, W. B. (1997). MuseData: Multipurpose representation. En *Beyond MIDI: The handbook of musical codes*, MIT Press, 402-447.

⁷⁴ Huron, D. (1997). Humdrum and Kern: Selective feature encoding. En *Beyond MIDI*. MIT Press.



Imagen 3: Vistas “antes” y “después” de Fuga en Do # Mayor de J.S Bach del Libro II del *Clave Bien Temperado* a través de MusicXML.

Como vemos en la imagen 3, la captura de la izquierda muestra el comienzo del archivo MuseData (Etapa 2) y, en la imagen derecha, los primeros compases de la fuga. La función de capas de *Finale* se ha utilizado aquí para enfatizar la entrada de cada voz.

Gracias a MusicXML también se ha descubierto que estas técnicas pueden tener éxito en el lenguaje de marcado XML, según afirma Goodman, quien indicó lo siguiente:

“En MusicXML 1.1 (mayo de 2005) agregamos 70 funciones nuevas al lenguaje MusicXML 1.0, la mayoría de las cuales se centraron en el formato de notación musical. Las adiciones y cambios 1.1 se diseñaron cuidadosamente para la compatibilidad ascendente, de modo que todos los archivos MusicXML 1.0 también fueran archivos MusicXML 1.1 válidos. MusicXML 1.1 pronto fue adoptado por las principales aplicaciones de venta de partituras digitales, escaneo y edición de notación”.⁷⁵

Las nuevas actualizaciones de MusicXML, Finale y Sibelius han permitido dar mucha más información acerca del formato entre aplicaciones. Las versiones actuales de Finale y

⁷⁵ Good, M. (2001). *MusicXML for Notation and Analysis | Songs and Schemas*, de <https://ctdibeqlif5w46ziaaivr7xfe-ij2cvlaia66be-michaelgood-info.translate.goog/publications/music/musicxml-for-notation-and-analysis/>

Sibelius lee MusicXML tanto en Windows como en Mac OS X sin necesidad de complementos añadidos. Pero, aparte de Finale, existen multitud de sistemas software con posibles aplicaciones para la investigación musical, tanto a nivel amateur como profesional: *MuseBook Score*⁷⁶, *MusicEase*⁷⁷ que son dos programas de solo lectura, o *Harmony Assistant*⁷⁸, un programa de lectura y escritura para arreglos musicales, entre otros. Todos estos programas representan un gran avance para los músicos, musicólogos e investigadores.

4.3.1 EJEMPLO DE CODIFICACIÓN MUSICXML

Presento a continuación un ejemplo del comienzo de la codificación de una sola nota (redonda) con MusicXML. En la imagen 4 se muestra la nota La en un compás de 4/4 con la figura que ocupa todo el compás: la redonda. El pentagrama nos señala la clave de Sol (en la segunda línea) y la tonalidad de Do Mayor (sin ninguna alteración).



Imagen 4: Nota: La. Tonalidad: Do Mayor. Compás: 4/4

A continuación, expongo la codificación de la imagen 4. Aunque ha sido elaborado mediante el editor de texto Sublime Text, puesto que tiene varias ventajas para escribir código como el resaltado de sintaxis, algo que facilita la lectura, se puede hacer con otros editores de similares características:

⁷⁶ *MuseBooks*, <https://www.musebooks.world/eu/en/>

⁷⁷ *MusicEase*, *MusicEase Software*, <http://www.musicEase.com/>

⁷⁸ *Harmony Assistant*, <https://www.myriad-online.com/en/index.htm>

```

1      <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
2      <!DOCTYPE score-partwise PUBLIC
3          "-//Recordare//DTD MusicXML 0.5 Partwise//EN"
4          "http://www.musicxml.org/dtds/partwise.dtd">
5      <score-partwise>
6          <part-list>
7              <score-part id="P1">
8                  <part-name>Music</part-name>
9              </score-part>
10         </part-list>
11         <part id="P1">
12             <measure number="1">
13                 <attributes>
14                     <divisions>1</divisions>
15                     <key>
16                         <fifths>0</fifths>
17                     </key>
18                     <time>
19                         <beats>4</beats>
20                         <beat-type>4</beat-type>
21                     </time>
22                     <clef>
23                         <sign>G</sign>
24                         <line>2</line>
25                     </clef>
26                 </attributes>
27                 <note>
28                     <pitch>
29                         <step>A</step>
30                         <octave>4</octave>
31                     </pitch>
32                     <duration>4</duration>
33                     <type>whole</type>
34                 </note>
35             </measure>
36         </part>
37     </score-partwise>
38

```

Imagen 5: Codificación de la imagen 4

Como podemos observar en el ejemplo de imagen 5, una sola nota puede componerse de varias líneas de código. La etiqueta principal (además de las elementales para la versión y del *DOCTYPE*), es `<score-partwise>`, que engloba las etiquetas `<part-list>` y `<part>`. Dentro de `<part-list>`, se otorga a la partitura que queremos digitalizar un nombre y un identificador que nos facilitará acceder a ella más adelante de forma mucho más rápida. A la etiqueta `<part>` también le será asignado un identificador y es donde englobaremos toda la información correspondiente a la notación musical: nota, duración, octava, tiempo, clave, etc. Este proceso se repetirá tantas veces como notas musicales tenga la

pieza en cada instrumento o voz (en caso de que tenga varias líneas melódicas o sea una partitura orquestal/coral). La dificultad crece cuando se trata de notas alteradas accidentalmente mediante sostenidos (#), bemoles (b) o becuadros (♯).

Algunos ejemplos de la versión actual muestran tanto el nivel de detalle en MusicXML como algunos de los problemas de estandarización que surgen al definir un lenguaje de intercambio XML. Este es un ejemplo de definición de una nota en un DTD MusicXML:

```
<! - Entidades internas para simplificar las definiciones de notas ->

<! ENTITY% full-note "(acorde?, (tono | sin_tono | silencio))">

<! ENTITY% voice-track "(nota_al_pie?, nivel?, pista?)">

<! - Definición del elemento de nota ->

<! ELEMENT note (((cue | grace),% full-note;) |

    (% nota completa ;, duración, ligadura?,)), instrumento?,% pista de
voz ;, tipo?, puntillo*, accidental?, modificación de tiempo?, plica?
cabeza de nota ?, pentagrama?, barra*, notaciones*, letra*)>
```

Cada elemento de una definición de tono se anota para contener datos de caracteres analizados (PCDATA). Si hablamos de elementos dentro de una nota, tenemos:

```
<! ELEMENT tono (paso, alteración?, octava)>

<! ELEMENT Paso (#PCDATA)>

<! ELEMENT alteración (#PCDATA)>

<! ELEMENT octava (#PCDATA)>

<! -- Lazo Tie es un elemento vacío con un atributo. -->

<! ENTITY% start-stop "(start | stop)">

<! ELEMENT lazo EMPTY>
```

```
<! ATTLIST tipo_de_lazo% inicio-parada; #REQUIRED>
```

Generalmente es mejor colocar datos semánticos en ELEMENT en lugar de en ATTLIST⁷⁹. Aunque los ELEMENT son más fáciles de manipular dentro de un programa XML, son más complejos que los ATTLIST.

La escritura del texto del ELEMENT ayuda a que los DTD sean más extensibles para nuevas aplicaciones. En estos ejemplos, los nombres de las notas y los tonos se anotan con la terminología estadounidense: do,ut=cno corchea=eightnota)⁸⁰. Esta limitación puede eliminarse en futuras reiteraciones de MusicXML pero, generalmente, pueden surgir dificultades de dialectos dentro de un DTD en virtud de los contenidos de los elementos XML. Una de las capacidades de los esquemas XML es que hace que toda la escritura esté disponible en toda una definición de XML, no solo a nivel de ATTLIST.

⁷⁹ Harold, E. R. (2004). *XML 1.1 Bible*. John Wiley & Sons.

⁸⁰ MusicXML, (2000). *MusicXML for Exchanging Digital Sheet Music*, <https://www.musicxml.com/>

4.4 INICIATIVA MEI

MEI (Music Encoding Initiative) es un lenguaje de marcado estándar extensible que deriva directamente de TEI y se utiliza para la anotación de textos musicales en el ámbito digital. Gracias a ser es un lenguaje muy flexible y amplio que abarca cualquier tipo de obra, estilo o época, se ha convertido en el lenguaje estándar más estable en el campo de la digitalización musical, así como en un claro referente de la documentación musical digital. Hasta ahora MEI ha seguido muy de cerca el lenguaje TEI para la documentación del texto literario. No obstante, mientras que este último representa capítulos, secciones y párrafos, MEI lo hace con el contenido musical y usa hitos para saltos de página y de sistema, siguiendo un camino diferente al de TEI, ya que tanto la música como la notación musical siguen un sistema gráfico bidimensional.⁸¹

Aunque el punto de arranque del desarrollo de MEI tiene sus bases en la notación musical común occidental (CMN),⁸² MEI no se dedica exclusivamente a la parte textual, sino que propone un enfoque más crítico e interpretativo, al igual que un carácter descriptivo o bibliográfico. Por su parte, MEI es un lenguaje sin ánimo de lucro llevado a cabo por investigadores de varias ramas (musicólogos, bibliotecarios, informáticos, etc.) con el fin de ampliar la investigación musical, facilitar el proceso a estudiantes e investigadores y dar un enfoque digital y tecnológico a los textos musicales. Basado en el lenguaje XML⁸³, el desarrollo de MEI incrementa la proliferación de bibliotecas digitales musicales, el crecimiento de textos musicales y el aumento de nuevos estudios para las Humanidades Digitales.

Asimismo, el desarrollo de este lenguaje también ha tenido numerosos problemas en su desarrollo por la conservación de los textos a largo plazo, la interoperabilidad en distintos entornos o la dificultad del intercambio de datos⁸⁴.

⁸¹ Pugin, L. *op.cit.*

⁸² MEI Guidelines, *Common Music Notation*, <https://music-encoding.org/guidelines/v3/content/cmn.html>

⁸³ Hankinson, A., Roland, P., & Fujinaga, I. (2011). *The Music Encoding Initiative as a Document-Encoding Framework*, 293-298.

⁸⁴ Cantara, L. (2005). The text-encoding initiative: Part 1. *OCLC Systems & Services: International digital library perspectives*, 21(1), 36-39. <https://doi.org/10.1108/10650750510578136>

MEI comprende un conjunto de funciones propias tanto de lenguajes de marcado como de marcado semántico, es decir, anota información concerniente a unidades gramaticales y reglas sintácticas propias de los sistemas de notación musical. Sin embargo, MEI tiene la ventaja de ser muy adaptable a cualquier tipo de expresión artística dada su cualidad de especificidad y exhaustividad, por lo que es capaz de adaptarse al lenguaje musical, además de también contar con la opción de particularizar el modelo de datos generales y específicos mediante el esquema ODD (*One Document Does it all*, como en la imagen 6), el cual muestra esquemas personalizados para tareas concretas.⁸⁵

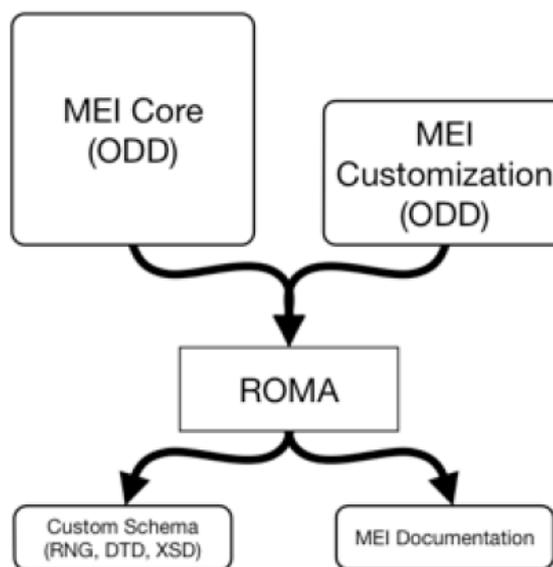


Imagen 6: Esquema ODD a través del esquema ROMA

⁸⁵ Viglianti, R. (2010). *Making mei feel odd*. TEI Members Meeting. <https://fddocuments.in/document/making-mei-feel-odd.html>

4.4.1 EL ESQUEMA MEI

La representación musical es un fenómeno complejo y lento en el mundo de las tecnologías y es algo que se ha ido incrementando durante las últimas décadas con el avance de las investigaciones y estudios cuyo fin es consolidar un sistema estándar y óptimo para la digitalización de partituras. No obstante, la creación de sistemas de codificación ha derivado en dos corrientes fundamentales: por un lado, el intento de postular un código común a toda la información musical, así como incorporar la mayor parte de estos elementos comunes; por el otro, desarrollar sistemas muy específicos y concretos que permitan una representación detallada de la información⁸⁶. En este contexto, surge lo que podemos llamar la tercera y última corriente como fusión de las dos primeras, consistente en la producción de un sistema básico que formalice todos los aspectos comunes a todos los ámbitos de aplicación al mismo tiempo que permita amoldar el esquema a escenarios de aplicación más concretos. MEI cuenta con una serie de requerimientos para toda la comunidad científica, como la necesidad de elaborar sistemas que permitan la adecuación de los estándares de codificación a contextos concretos sin tener que crearlos desde cero para cada ámbito de aplicación o el desarrollo del esquema final y puesta en común, así como las soluciones finales: todas se pondrán en común a través de grupos y comisiones de discusión técnica para evitar la incompatibilidad de unos sistemas con otros⁸⁷.

El esquema MEI propone la unificación de varios sistemas semánticamente relacionados (conocidos como “módulos”) en un sistema único de personalizaciones del esquema. De esta forma, MEI funciona como una biblioteca de recursos de codificación, en la que se pueden seleccionar módulos, elementos y atributos para que el modelo de datos pueda expresar todos los matices de las obras representadas.

⁸⁶ Hankinson, A. y al. *op.cit.*

⁸⁷ Merchán Sánchez-Jara, J. (2019). Music Encoding Initiative (MEI), un estándar para la edición, codificación y la descripción de documentos musicales en el entorno digital: Características, prestaciones y ámbitos de aplicación. *Education in the knowledge society*, 20, pp. 1-13.

4.4.2 MÓDULOS, ELEMENTOS Y ATRIBUTOS

MEI se construye a través de un modelo en el cual hay una serie de elementos que permiten delimitar cualquier distinción de un texto musical a través del conjunto de atributos que los caracterizan. Estos están estructurados mediante una jerarquía de clases donde se agrupan en virtud de si tienen los mismos atributos (*attribute class*), comparten labores análogas o hacen referencia a ubicaciones similares dentro del documento (*model class*)⁸⁸. Dentro del documento musical, cada atributo alude a una función o ámbito determinado. En un nivel descriptivo, se pueden agrupar los módulos en el estándar MEI de acuerdo con la vertiente (facetas) a la que hace referencia en la tabla 1.

FACETAS					
<i>Sistemas de notación</i>	<i>Aspectos bibliográficos</i>	<i>Aspectos editoriales</i>	<i>Elementos estructurales del sistema</i>	<i>Reproducciones digitales, multimedia y material gráfico</i>	<i>Lógica musical</i>
MÓDULOS					
Notación musical común	Requerimientos funcionales para registros bibliográficos (FRBR)-	Aparato crítico (10)	Elementos compartidos, modelos y atributos (1)	Facsímiles (12)	Armonía (14)
Notación mensural (5)	Nombres y fechas (17)	Marcado editorial (11)	Texto vocal (15)	Figuras y tablas (13)	Información analítica (7)
Notación neuma (6)	<i>Corpora</i> musical (9)	Texto en MEI (21)	Punteros y referencias (19)	Interpretaciones (18)	
Ornamentación en notación musical común (8)	EL encabezado MEI (2)	Símbolos definidos por el usuario (22)	(EL encabezado MEI (2))	<i>Musical Instruments Digital Interface (MIDI)</i> (16)	
Notación en tablatura (20)					

Tabla 1: Estandarización del formato MEI. Fuente: Merchán Sánchez-Jara, J. (2019). Music Encoding Initiative (MEI), un estándar para la edición, codificación y la descripción de documentos musicales en el entorno digital: Características, prestaciones y ámbitos de aplicación. *Education in the knowledge society*, 20, pp. 1-13.

⁸⁸ Kepper, J., Roland, P., Bohl, B., Hankinson, A., Hartwig, M., & Pugin, L. (2013). *Music Encoding Initiative Guidelines Release 2013* (Revisión 2.1.1).

4.4.3 ARQUITECTURA DEL DOCUMENTO MEI

MEI tiene como característica la representación contigua del texto y los metadatos descriptivos por lo que, además de incorporar datos musicales (transcripción del texto y marcado descriptivo), incluye recursos concretos para representar un amplio rango de metadatos⁸⁹. Por lo tanto, los datos y metadatos conforman dos elementos básicos e ineludibles en el estándar MEI: el elemento <meiHead> y el elemento <music>. El primero podría asemejarse a una cabecera y recoge todos los elementos que tienen que ver con la bibliografía y lo contextual, así como la edición, agentes que intervienen o las diferentes etapas por las que atraviesa. El segundo, <music>, recoge los datos del propio texto que se edita, mediante la incorporación de las partes semánticas del texto y la lógica musical que contiene la pieza. Estos dos elementos son de obligado cumplimiento, mientras que el resto son optativos y se escogen dependiendo de cada caso, su necesidad y contexto⁹⁰.

4.4.3.1 EL ELEMENTO <meiHead>

Como ya he mencionado, <meiHead> es un elemento obligatorio en todo documento MEI. Dentro de él se estructuran otra serie de elementos XML⁹¹ que constituyen un identificador alternativo y cinco divisiones generales que, a su vez, se subdividen en distintos elementos descriptivos:

1. <altId> (*alternative identifier*) se utiliza cuando el identificador asociado al proyecto difiere de las posibilidades del encabezamiento MEI.
2. <fileDesc> (*file description*) se compone de los metadatos bibliográficos del documento MEI. <fileDesc> contiene elementos expositivos como declaración de título y de edición, descripción física del archivo, publicación, distribución, declaración de fuentes, de notas y de series.
3. <encodingDesc> (*encoding description*) contiene los principios editoriales para la codificación de fuentes. Aunque no es obligatorio, sí es

⁸⁹ Crandell, A. (2015). MerMEId: Metadata Editor and Repository for MEI Data by The National Library, Danish Centre for Music Publication. *Notes*, 71, 543-544. <https://doi.org/10.1353/not.2015.0037>

⁹⁰ Merchán Sánchez-Jara, J. *op. cit.*

⁹¹ Kepper, J. y al. *op.cit.*

esencial para la descripción de reglas que conforman la edición. Tiene las siguientes subdivisiones: información de aplicaciones, declaración de principios editoriales, descripción del proyecto, etc.

4. <workDesc> (*work description*) describe la obra musical como entidad abstracta. Tampoco es un elemento obligatorio, pero trae información importante a nivel musicológico. <workDesc> se subdivide en historia de la obra, tonalidad, tempo y compás, además de otros elementos como historia de la obra, lenguas presentes, bibliografía, relaciones de la obra, etc.
5. <extMeta> (*metadatos externos*) registra un conjunto o subconjunto de metadatos externos del propio esquema MEI. Es destacable la posibilidad dentro de este elemento de insertar metadatos en formato MARC (*Machine-Readable Cataloging*).
6. <revisionDesc> (*revision description*), por último: este elemento referencia varias anotaciones de las incidencias, modificaciones o actualizaciones que ha sufrido la edición desde sus inicios. Aunque tampoco es obligatorio dentro del esquema MEI, sí resulta imprescindible en ediciones en las que han sido utilizadas un gran número de fuentes o en las que han intervenido distintos editores.

4.4.3.2 EL ELEMENTO <music>

Es otro de los elementos obligatorios del esquema MEI y define la estructura de cualquier tipo de texto musical. En caso de que la obra musical sea de carácter multiorgánico, es decir, que contenga varios textos musicales, se pueden agrupar dentro del elemento <group> y se pueden incluir distintos elementos <body>. <music> contiene los siguientes elementos:

1. <front> (*front matter*) anida todos los materiales iniciales para contextualizar la obra según criterios de edición.

2. <body> agrupa todos los elementos musicales para representar con la mayor precisión posible un texto musical unitario.
3. <group> aúna todos los elementos de una obra musical de carácter multiorgánico.
4. <back> (*black matter*) recoge todos los anexos y apéndices de un texto musical.

Además de estos elementos, MEI incorpora otros de carácter estructural dentro del mismo texto, desde el punto de vista de la obra o desde el punto de vista del medio de producción (vista de todo el conjunto instrumental o de cada parte de los instrumentos). De esta manera, el esquema estaría compuesto por el elemento <mdiv> (*music division*) para establecer distinciones dentro del texto a nivel formal y, después, por el elemento <score> para la representación de todos los instrumentos de la obra, es decir, una vista completa. Cuando se quiere visualizar la parte aislada de un instrumento o instrumentos concretos, se usa <part>. Por último, se usa <section> para las divisiones de carácter intelectual.

4.5 PROYECTOS ACTUALES (EDICIONES MUSICALES DIGITALES)

Durante la última década, la edición musical digital se ha convertido en un nuevo campo de investigación que muestra un fascinante potencial para la creación de ediciones críticas académicas utilizando tecnología actual. Hay varios proyectos tanto a nivel internacional como nacional que cubren una amplia gama de la historia de la música desde el siglo XI (proyecto DiMused)⁹² hasta el siglo XIX (Edirom)⁹³, o la edición en línea de Chopin Variorum⁹⁴. Dichos proyectos se han desarrollado con una gran flexibilidad a la hora de consultar la edición, por ejemplo, en lo relativo a la posibilidad de cambiar de la notación original a la notación moderna y de consultar o mostrar variantes directamente de la edición. Otro aspecto clave lo ofrece el proyecto Edirom, en el que el lector puede crear enlaces entre los distintos facsímiles, lo que permite comparar las diferentes versiones.

En varios aspectos, crear una edición musical en papel o digital parte de un proceso editorial similar centrado en la selección de las fuentes primarias cuyo acceso debe organizarse. No obstante, existen diferencias importantes dentro de los periodos musicales, donde se puede destacar que la música del Renacimiento tardío y el primer Barroco (siglos XVI-XVII) es totalmente diferente a la música del siglo XIX, por ejemplo. Las herramientas diseñadas para transcribir fuentes y para la creación de ediciones musicales de los siglos XVI y XVII han alcanzado un fuerte desarrollo. En concreto, el proyecto de Aruspix⁹⁵ ha hecho posible representar la música mediante OMR en impresiones tipográficas, en parte debido a que esta notación musical no tiene la misma complejidad en comparación con la armonía y análisis de partituras para piano del siglo XIX; es decir, una partitura de un madrigal de Luca Marenzio es mucho más sencilla que un preludio de Liszt, independientemente de los problemas editoriales que puedan plantear cada una de ellas⁹⁶.

El uso de software puso el repertorio de los siglos XVI y XVII en una situación privilegiada en cuanto al desarrollo de las ediciones digitales. En los últimos años, cada vez

⁹² DiMusEd, (2014), *Digitale Musikedition - Herausforderung und Chance*, <http://www.dimused.uni-tuebingen.de/>

⁹³ Edirom, *ViFE-Virtueller Forschungsverbund Edirom*, <https://www.edirom.de/>

⁹⁴ OCVE, (2003), *Online Chopin Variorum Edition*, <http://www.chopinonline.ac.uk/ocve/>

⁹⁵ Aruspix, <http://www.aruspix.net/>

⁹⁶ Pugin, L. *op.cit*

más proyectos de humanidades digitales, en concreto musicales, han adoptado nuevas formas ordenadores y no en CD-ROM, algo muy utilizado en los años 90. De esta forma, la música y sus proyectos resultan mucho más accesibles y fáciles de mantener. En el caso de las ediciones digitales musicales, los navegadores web apenas se han podido utilizar puesto que no existe todavía una solución sencilla para una aplicación de software de notación musical, ya que resulta aún muy complicado representar un texto musical en una aplicación, dada la problemática que se ha explicado anteriormente.

También, es necesario reseñar proyectos como CMME⁹⁷, ECOLOM⁹⁸ o Josquin Research⁹⁹ que, gracias al esfuerzo cooperativo de equipos multidisciplinares, han implementado bases de datos con repertorios de interés musical y musicológico, dando paso a lo que serán los actuales y futuros proyectos de reutilización de contenidos, como también a los avances en OMR y en el proyecto SIMMSA. Esto permitirá un nuevo estadio en la investigación científica de la música histórica en las bibliotecas patrimoniales.

Otro de los proyectos internacionales musicales más importantes es RISM (*Répertoire International des Sources Musicales*)¹⁰⁰, un organismo fundado en París en 1952 sin ánimo de lucro, cuya finalidad es documentar las fuentes musicales de todo el mundo. Es el organismo mundial de mayores dimensiones actualmente. RISM usa para sus investigaciones fuentes primarias, que son manuscritos impresos y musicales, libretos de ópera, libros sobre teoría de la música, etc. provenientes de conventos y monasterios, iglesias, conservatorios, archivos y bibliotecas privadas de diferentes países. Una de sus ventajas es que cualquiera puede acceder a su biblioteca y archivo sin ningún tipo de coste y las bases de datos de su archivo están destinadas a cualquier musicólogo en busca de algún área de investigación musical. Entre sus publicaciones, encontramos:

- Catálogo en línea con cerca de un millón de entradas sobre fuentes musicales de todo el mundo.
- Cuarenta y nueve volúmenes publicados sobre varios temas: colecciones impresas, fuentes sobre teoría musical, manuscritos de polifonía musical del

⁹⁷ The CMME Project, *Computerized Mensural Music Editing*, <http://www.cmme.org/>.

⁹⁸ Crawford, T., ECOLM (2006), *An Electronic Corpus of Lute Music*, <http://www.ecolm.org>.

⁹⁹ The Josquin Research (JRP), *The Josquin Research Project, Search, browse, and analyze complete scores of polyphonic music, ca. 1420- ca.1520*, <http://josquin.stanford.edu/>

¹⁰⁰ The Répertoire International des Sources Musicales (RISM), (1952), *International Inventory of Musical Sources*, <https://rism.info/>

siglo XI al XVI, repertorio de fuentes griegas, persas, hispanas y hebreas, manuscritos para laúd como tablaturas para guitarra, y música procesional.

Por último, me gustaría mencionar los proyectos de investigación y documentación que está llevando a cabo AEDOM (Asociación Española de Documentación musical), entre los que se encuentra la elaboración de monografías y bibliografías de documentación musical y varias obras de digitalización de obras sinfónicas de música española e hispanoamericana de los siglos XIX y XX. Asimismo, imparten varios cursos de digitalización musical (el último fue en noviembre de 2020)¹⁰¹.

4.5.1 BIBLIOTECA NACIONAL DE ESPAÑA

He tenido el privilegio de hablar personalmente con la jefa del Servicio de Partituras de la Biblioteca Nacional de España (BNE) y del Departamento de Música y Audiovisuales, María Teresa Delgado, gracias a la cual he podido obtener información suficiente para desarrollar este apartado acerca de la preservación y digitalización musical en nuestro país. Ella fue quien me proporcionó los artículos para poder realizar este apartado.

Lo primero que hay que destacar es la importancia que tiene España en los proyectos de digitalización musical tanto a nivel nacional como internacional. La Biblioteca Nacional, junto con el Real Conservatorio Superior de Música de Madrid, son las mayores instituciones a día de hoy que contienen patrimonio musical español. La Biblioteca Nacional de España, en particular, contiene más de 33.000 partituras digitalizadas: todo el repertorio antiguo hasta el siglo XVIII, el género chico y las zarzuelas están prácticamente digitalizados.

Aunque esta institución lleva trabajando con ordenadores desde los años 70, no sería hasta hace 20 años cuando comenzaron a darse los primeros pasos en los proyectos de digitalización y preservación musical mediante las nuevas tecnologías. Poco después comenzaron a codificar en XML y formato MARC, de manera que, si acudimos al sitio web de la biblioteca, podemos exportar las fichas técnicas en lenguaje de marcado. No obstante, quiero destacar que en la Biblioteca Nacional de España no se realizan procesos de transcripción de partituras para que luego estas puedan ser leídas en *Finale* o *Sibelius*, por

¹⁰¹ AEDOM, (1993), *Asociación española de Documentación Musical*, <https://www.aedom.org/>

ejemplo, sino que ellos solo generan registros bibliográficos para que nosotros podamos acceder. Esa labor musicológica han de llevarla a cabo los usuarios.

A este respecto, pregunté a Delgado si ellos eran expertos en este tipo de tareas tan innovadoras, a lo cual ella respondió:

“Nosotros venimos de caminos muy distintos y, en muchas ocasiones, ajenos a la música; sin embargo, con el paso de los años, los proyectos que han ido saliendo y con el avance de las nuevas tecnologías de la digitalización, nos hemos ido preparando individualmente por nuestra cuenta mediante cursos y lecturas constantes en el campo, tanto musicológico como digital”.

La Biblioteca Nacional de España cuenta con numerosos y valiosísimos ejemplares de nuestro patrimonio musical e internacional. Las funciones de algunas de esas ediciones, joyas guardadas en la Real Biblioteca Pública, siguen siendo a día de hoy un misterio y se ignora para qué debieron servir o usarse, puesto que hasta el siglo XIX había una escasez considerable de imprentas musicales en España. Entre ellas, se encuentran maravillosas encuadernaciones con varios escudos de armas como el de Isabel de Farnesio¹⁰² o Felipe V¹⁰³.

A día de hoy, toda esta documentación musical cuenta con un servicio propio en la Biblioteca Nacional de España: el Servicio de Partituras, que ha experimentado un importante avance en las últimas décadas. Se han llevado a cabo digitalizaciones de manuscritos que habían permanecido muchos años en el depósito, completando así el excelente trabajo que llevaron a cabo Higinio Anglés y José Subirá a mitad del siglo pasado¹⁰⁴. La producción de partituras entre 1800 y 1936 fue muy copiosa, pues por aquella época había más de quinientas

¹⁰² *Nouveau recueil de Chansons choisies [Música notada]* (A La Haye : Jean Neaulme). (1723). <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000074879&page=1>

¹⁰³ Courcelle, F. (1741). *Lea imperatrice della China*. [Música Manuscrita]. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000051084&page=1>

¹⁰⁴ Gosálvez, J. C. (2014). Aproximación al estudio de la edición musical manuscrita en Madrid. *Instrumental music in late eighteenth-century Spain, 2014*, 215-258. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5961022>

empresas editoriales y calcografías de música española y solo en España se produjeron unas cincuenta mil ediciones¹⁰⁵.

La Biblioteca Nacional de España y el Real Conservatorio Superior de Música de Madrid cuentan con la mayor colección de ediciones musicales españolas. Asimismo, se han facilitado las tareas de digitalización de partituras gracias a una nueva redistribución de espacios, revisión de registros bibliográficos y una supervisión del estado de conservación de las partituras hasta llegar al escaneado final de ejemplares, con el fin de llegar a un mayor número de usuarios. El acceso a las colecciones se realiza mediante la Sala Barbieri o a través de los servicios en línea.

Pero no todos los archivos digitales de ediciones musicales se encuentran en la Biblioteca Digital Hispánica (BDH), sino que los referentes históricos musicales internacionales se encuentran en el Depósito de Patrimonio Bibliográfico y se pueden consultar en la Sala Cervantes. Dentro del Servicio de Partituras hay una sección especializada denominada la Sección de Música Antigua, en la cual trabaja el personal de dos empresas formadas por musicólogos, personal técnico y auxiliar bibliotecario, además de la Fundación de la Universidad de Alcalá de Henares junto con un equipo de especialistas en canto llano para un proyecto de cooperación basado en la descripción, investigación y digitalización de cantorales¹⁰⁶, cuyo fin es dar a conocer a musicólogos y músicos las colecciones medievales y modernas de canto litúrgico que posee la Biblioteca Nacional de España. Este corpus incluye cerca de 80 cantorales de gran formato y ha necesitado un desarrollo informático específico siguiendo las pautas de otros proyectos internacionales como *Corpus Antiphonarium Officii-Ecclesiarum Centralis Europae* (CAO-ECE)¹⁰⁷ o *Cantus: a Database for Latin Ecclesiastical Chant* (CANTUS)¹⁰⁸ que han elaborado sus propios catálogos añadiendo aspectos musicales tales como el estilo musical, la tonalidad-modalidad, armadura, alteraciones, *incipit* musical y textual...

¹⁰⁵ Delgado, M.T. (2012). Hacia una biblioteca digital musical: El caso de la Biblioteca Nacional de España. *Boletín DM*, 16, 30-39.

¹⁰⁶ Biblioteca Nacional de España. (2014, septiembre 19). *Cantorales. Libros de música litúrgica en la BNE*. <http://www.bne.es/es/LaBNE/Publicaciones/CatalogosExposiciones/cantorales.html>

¹⁰⁷ CAO-ECE, *Corpus Antiphonarium Officii-Ecclesiarum Centralis Europae* (CAO-ECE), <https://bit.ly/2ID9AID>.

¹⁰⁸ Cantus, *a Database for Latin Ecclesiastical Chant* (CANTUS), <http://cantus.uwaterloo.ca/>



Imagen 7: Proceso de digitalización de cantorales de la BNE¹⁰⁹

En la imagen 7, vemos uno de los escáneres que posee la Biblioteca Nacional para digitalizar manuscritos y el proceso de digitalización de cantorales en notación antigua. Gracias a la colaboración de expertos como musicólogos, bibliotecarios e informáticos, esta aplicación admite la catalogación en formato MARC21 con una descripción al mínimo detalle que complementa el registro bibliográfico en el Sistema Integrado de Gestión de Bibliotecas llamado *Symphony*¹¹⁰.

Nuestro país es un referente en el repertorio musical español, según demuestran las estadísticas de la BDH¹¹¹, ya que uno de sus libros aparece en los primeros puestos de consulta: *Instrucción de música sobre la guitarra española y método de sus primeros rudimentos*¹¹², de Gaspar Sanz, impreso en 1674.

Si nos centramos en música extranjera, también la BNE y el Real Conservatorio poseen colecciones de autores internacionales como Haydn o Boccherini. En cuanto al

¹⁰⁹ Lorenzo, M. (2019). La colección de música (partituras y grabaciones sonoras) de la Biblioteca Nacional de España: Digitalización y reutilización. *Revista de Humanidades Digitales*, 3. <https://doi.org/10.5944/rhd.vol.3.2019.23169>

¹¹⁰ Lorenzo, M. T. *op.cit.*

¹¹¹ Delgado, M. T. *op.cit.*

¹¹² Sanz, G. (1664). *Instrucción de música sobre la guitarra española* (1ra ed.). https://data.bnf.fr/fr/14836147/gaspar_sanz_instruccion_de_musica_sobre_la_guitarra_espanola/

compositor austríaco Joseph Haydn, la BNE ha llevado a cabo un proyecto denominado “Juego Filarmónico”, en el que se permite componer minués con sus tríos para fortepiano, cuyo manuscrito perteneció al Conde de Santa Rosa, con solo lanzar dados para conseguir millones de combinaciones de la obra del compositor¹¹³ (120.000 cuatrillones de melodías diferentes). Los juegos de dados musicales fueron muy populares en el siglo XVIII y se usaban tanto para el entretenimiento como para el estudio teórico de composición musical. El resultado es brillante, puesto que el reto fue automatizar el programa en el que se tiraban 32 veces los dados de forma que se transcribiera la partitura musical completa a partir de los fragmentos correspondientes sin repetir la misma melodía.

Para la difusión de este proyecto, el programa cuenta con principios de diseño *responsive* para crear una interfaz compatible con el mayor número de pantallas (móvil, ordenador o tablet). Asimismo, el programa permitió que se pudiera escuchar la melodía en un reproductor compatible con los principales exploradores web, posibilitando, a su vez, compartir el resultado a través de distintas redes sociales como Facebook o Twitter.

En la imagen 8, se aprecian unos fragmentos del manuscrito original del *Juego Filarmónico* de F. J. Haydn, donde se encuentran las tablas de compases a partir de combinar los números que salgan en los dados con los compases de la partitura:

¹¹³ Biblioteca Nacional de España (2009), *Juego Filarmónico para componer minués por la suerte de los dados de Joseph Haydn*, <http://www.bne.es/es/Actividades/Ciclos/PiezaDelMes/Historico/Piezas2009/piezoctubre.html> y [https://bnelab.bne.es/proyecto/juego-filarmonico/#:~:text=El%20llamado%20%E2%80%9CJuego%20filarmonico%E2%80%9D%20es,Stadler%20\(1748%2D1833\).](https://bnelab.bne.es/proyecto/juego-filarmonico/#:~:text=El%20llamado%20%E2%80%9CJuego%20filarmonico%E2%80%9D%20es,Stadler%20(1748%2D1833).)

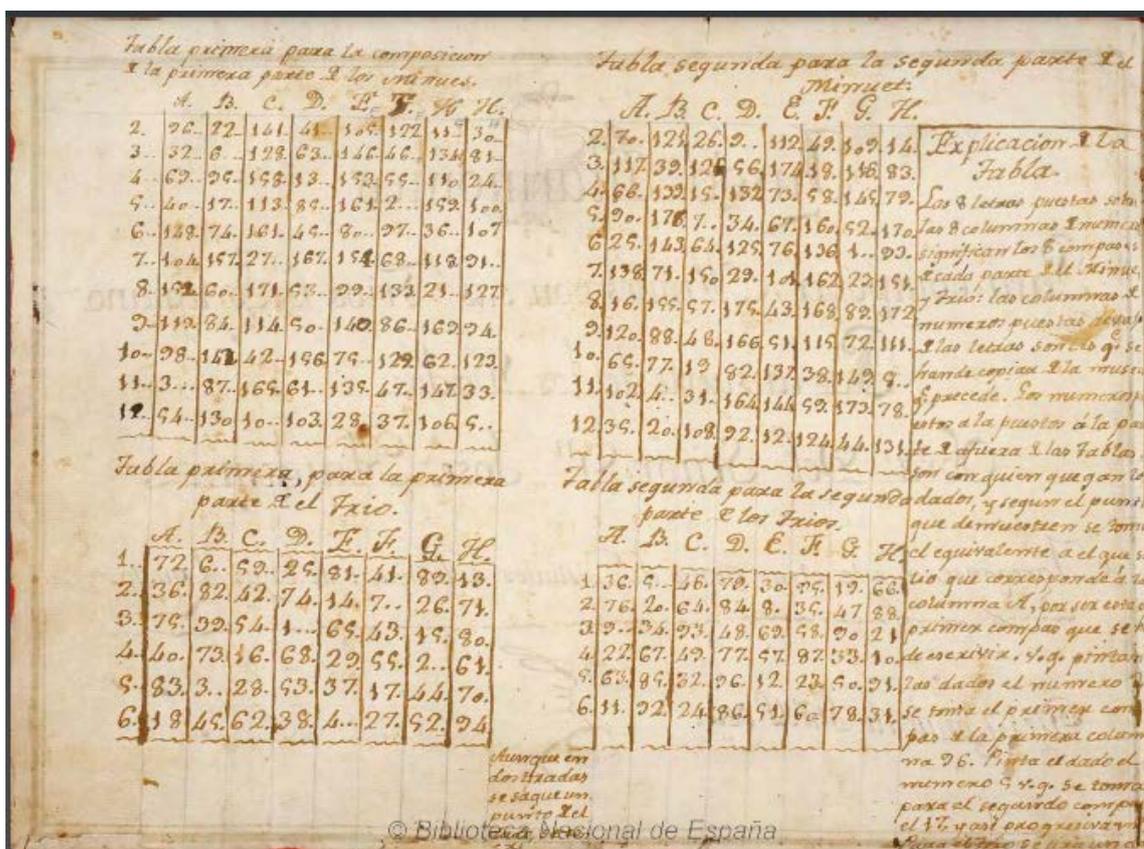


Imagen 8: Manuscrito original de el *Juego Filarmónico* de F.J. Haydn. Tabla de compases¹¹⁴

En lo que se refiere a los proyectos llevados a cabo por esta institución, todos pasan por una serie de procesos citados en las *Directrices para proyectos de digitalización de colecciones y fondos de dominio público*¹¹⁵:

- Acrecentar el acceso: por desgracia, en España el acceso a bibliotecas de música es muy escaso, dada la baja alfabetización musical que sufre nuestro país. Sin embargo, este acceso se ve incrementado por el público internacional.
- Mejorar los servicios: se está estudiando la posibilidad de incluir OMR en los nuevos proyectos, así como desarrollar proyectos con una fuerte impronta tecnológica a través de convenios de colaboración de la BNE con universidades y centros de

¹¹⁴ Haydn, F. J. (1780). *Juego filarmónico para componer minués con sus trios p. Fortepiano, por la suerte de los dados*: [Partidura]. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000058728&page=1>

¹¹⁵ *Directrices para proyectos de digitalización de colecciones y fondos de dominio público*. Madrid: Ministerio de Cultura, 2002. [ref. de 25 septiembre 2012]. Disponible en web <http://www.mcu.es/archivos/docs/pautas_digitalizacion.pdf>

investigación. Actualmente, se está trabajando en la viabilidad de un proyecto con las características del *Juego Filarmónico* de Haydn.

- Aminorar la manipulación y la utilización de materiales originales: antes de digitalizar una colección, es necesario hacer una supervisión del estado de las partituras y que la selección de los materiales esté, en parte, adaptada (si son ejemplares múltiples, por ejemplo, hay que elegir los que estén en mejor estado de conservación y, en caso de ejemplares únicos, hay que facilitar al usuario solo la copia digitalizada). Para ello, la Biblioteca Nacional de España cuenta con el apoyo de su Departamento de Preservación y Conservación del Patrimonio.
- Presentar a la institución posibilidades para la formación especializada de su personal: el personal de la biblioteca está adquiriendo experiencia en este campo gracias a los grandes proyectos musicales, lo que impulsa el descubrimiento de nuevos proyectos.
- Se pretende crear una plataforma común para ampliar la visión del usuario (visión global de la edición musical en España y de todas las colecciones patrimoniales) en los proyectos anteriormente mencionados y en la Biblioteca Digital Hispana. Y es que ser pioneros en el ámbito hispánico conlleva un esfuerzo económico y humano importante.
- Aprovechar las oportunidades financieras: ya hay algunos proyectos importantes sobre bibliotecas y digitalización de partituras como Internet Archive o Petrucci Music Library, además de Europeana o la Biblioteca Digital Mundial¹¹⁶.

Uno de los proyectos más importantes fue desarrollado en 2010 bajo el patrocinio de la Fundación Telefónica con el fin de crear una colección de monografías españolas del siglo XIX sobre el género chico: está basado en la revisión y descripción tanto de los manuscritos como de los impresos¹¹⁷. A su vez, este proyecto se divide en cuatro subproyectos:

- *Música impresa y manuscrita del siglo XIX* (30.895 documentos).
- *Música impresa y manuscrita del siglo XVIII* (1.136 documentos).
- Digitalización de todo el fondo del *Catálogo Musical de la Biblioteca Nacional* elaborado por Higinio Anglés y José Subirá entre 1946 y 1951 (189 documentos).

¹¹⁶ Delgado, M.T. *op. cit.*

¹¹⁷ Gallego, A (2007). Exposición Biblioteca Hispánica: obras maestras de la Biblioteca Nacional de España. <http://www.bne.es/es/Actividades/Exposiciones/Exposiciones/Exposiciones2007/BDHvisitavirtual/expo.htm>

- *Fondos musicales históricos adquiridos posteriormente* a la publicación de los catálogos o no recogidos entre ellos (3.000 documentos aproximadamente).

También se completó otro proyecto de digitalización de “monografías de temática musical” que incluyen ensayos anteriores al siglo XX españoles y extranjeros. Para finalizar, se encargó a la BDH una digitalización de un importante fondo de villancicos. Para llevar a cabo todos estos proyectos, se tradujo un artículo indispensable de Jenn Riley e Ichiro Fujinaga¹¹⁸, pues han sido clarificadores a la hora de marcar unas pautas básicas para este tipo de documentación y pueden resultar útiles a otras bibliotecas musicales como, por ejemplo, obtener una resolución de al menos 600 dpi (puntos por pulgada) o la importancia de alcanzar un máximo nivel de detalle que permita una buena lectura en papel para su interpretación posterior, así como para que no queden extraviadas referencias tales como las claves de la partitura o del pentagrama.

Asimismo, la Biblioteca Nacional de España ha culminado arduamente la labor de la descripción bibliográfica, ya que hay varios casos híbridos que tienen tanto características del libro antiguo como de la música notada, que han llevado a completar el documento de Isabel Lozano y Nieves Iglesias sobre partituras del siglo XIX¹¹⁹. El futuro de la descripción bibliográfica son las actuales RDA (Resource, Description and Access), un estándar anglosajón para catalogar bibliografía, sobre todo en museos e instituciones culturales.

En otro orden de cosas, una de las fuentes básicas existentes para conocer los archivos y bibliotecas que se ubican en la red es una compilación que llevó a cabo Cristina Martí en su blog *Papeles de Música*¹²⁰, que nos muestra desde su web varias digitalizaciones de partituras de obras de valor ilimitado por ser de autores de la talla de Beethoven, Liszt o Mendelssohn.

¹¹⁸ Riley, J., & Fujinaga, I. (2003). Recommended best practices for digital image capture of musical scores. *OCLC Systems & Services: International digital library perspectives*, 19 (2), 62-69. <https://doi.org/10.1108/10650750310481784>

¹¹⁹ Martínez, N. I., & Martínez, I. L. (2008). *La música del siglo XIX: una herramienta para su descripción bibliográfica*. Biblioteca Nacional.

¹²⁰ 78 recursos con partituras digitalizadas. (2012, marzo 22). *Papeles de Música*. <https://papelesdemusica.wordpress.com/2012/03/22/78-recursos-con-partituras-digitalizadas/>

Para terminar, destaquemos que la biblioteca opta, generalmente, por la modalidad de puesta a disposición de sus datos, salvo que se concrete lo contrario para un determinado conjunto. La reutilización y actualización de la información preservada y puesta a disposición de la sociedad genera oportunidades de innovación y empleo, además de mayor accesibilidad y la posibilidad de actualizar las versiones más antiguas. Por ejemplo, en los proyectos en los que colaboran la Biblioteca Nacional de España y el Departamento de Música y Audiovisuales, destaca la actualización y mejora del portal de datos.bne.es desde julio de 2018. Esto empuja a la Biblioteca Nacional hacia la digitalización de los fondos y la reutilización de datos permitiendo, así, el acceso público a su patrimonio documental. Las posibilidades de reutilización de este patrimonio digital son muy amplias y sirve para ámbitos muy diferentes, como el desarrollo tecnológico, educación, entretenimiento o innovación artística o humanística¹²¹.

¹²¹ Delgado, M.T. *op. cit.*

5. CASO PRÁCTICO: CODIFICACIÓN DE PARTITURA

Para este apartado, he escogido una partitura del Renacimiento español. En concreto, el villancico final de la *Égloga 6* de carnaval del dramaturgo y músico Juan del Encina, titulado “Hoy comamos y bebamos”. He creído interesante codificar el inicio de esta partitura por varios motivos:

- En primer lugar, es bastante complicado encontrar partituras codificadas en MEI y en MusicXML. Por esta razón y como acompañamiento de las explicaciones del presente trabajo, he subido el código en ambos lenguajes en mi página web (<https://nievesgg93.github.io/Pagina-web/index.html>)¹²² para que el lector pueda comprender mejor en qué consiste una codificación práctica mediante este ejemplo.
- En segundo lugar, he querido codificar una partitura del Renacimiento español para mostrar a los lectores la dificultad que conlleva enfrentarse a una obra de este período frente a una obra contemporánea.

Primeramente y antes de codificar la partitura, he realizado un análisis en el cual considero la parte melódica y armónica. Por ser una partitura antigua, no sabemos si vamos a encontrar una edición *urtext* siguiendo el manuscrito original, o si nos vamos a enfrentar a una edición moderna o, incluso, un arreglo tonal. En el caso concreto de la partitura escogida, se trata de una copia de la obra original en el modo de Re o Re Dórico y en compás de $\frac{3}{4}$.

Fue esta una de las dificultades enfrentadas pues, sin contar con el manuscrito original, no era posible saber si algunas de las alteraciones accidentales que aparecían en la partitura eran auténticas o pertenecían a una edición posterior. La presencia de un do # en la línea de la contralto permite pensar que podría tratarse de la sensible de Re pues, por aquella época, la tonalidad aún se hallaba sin formar y estaba por definir aunque, por otra parte, simplemente podía tratarse de una errata posterior de edición. Finalmente se llegó a la conclusión de que se trataba de una partitura modal por el Do natural del antepenúltimo

¹²² Música de la página: *L'amor donna ch'io te porto*, frottola italiana del Renacimiento del compositor Giacomo Fogliano.

compás, así como por el final acabado en quinta abierta con el último acorde (re fa la [acorde menor]) sin la tercera. Además, gracias a varias biografías del autor y al estudio de varias de sus obras, hoy sabemos que ése era uno de los tonos preferidos y más utilizados por el compositor¹²³.

5.1. BREVE CONTEXTO DE LA OBRA

Aunque todavía a día de hoy Juan del Encina es más conocido por su composición poética y dramática (considerado el padre del teatro español), Encina fue un importante compositor de la corte de los Reyes Católicos bajo el mecenazgo del II Duque de Alba¹²⁴, para quienes compuso varias obras profanas y cantos de alabanza. Muchas de las obras del compositor están incluidas en su *Cancionero* de 1496¹²⁵, publicado en Salamanca, en donde aparecieron una gran variedad de poesías religiosas, devotas, glosas, canciones y villancicos, romances, poesías románticas y obras dramáticas para ser representadas. Es aquí donde aparece su villancico (entendiendo como villancico no una canción de Navidad, sino como música popular cantada por villanos y aldeanos) final de la *Égloga 6* de carnaval “Hoy comamos y bebamos”, representada la noche de Antruejo, la última noche del Carnaval. Cabe destacar que Juan del Encina llamaba “églogas” a sus composiciones dramáticas y en verso. El texto es muy simple y recrea la locución latina “Carpe Diem”, en el sentido de aprovechar el tiempo.

La obra es de las pocas de Encina que tiene un compás simple ternario en $\frac{3}{4}$ en términos modernos. La pieza está compuesta casi en su mayoría por una melodía simple de grados conjuntos, posiblemente preexistente como su letra, rehuendo melismas y demás artificios. Esta pieza es un ejemplo de la modernidad de Encina en el siglo XV, dado su énfasis en el carácter popular así como la comicidad y el dramatismo y su camino hacia la tonalidad. Por su parte, la obra es un coral a cuatro voces (soprano, contralto, tenor y bajo) con una estructura polifónica y letra en castellano antiguo. En cuanto a la instrumentación, no se puede saber a ciencia cierta cómo sonaba la música en esta época; de hecho, la

¹²³ Encina, J. del, & Pérez Priego, M. A. (1996). *Obra completa*. Fundación José Antonio de Castro.

¹²⁴ Encina, J. del. (2002). *Cancionero de Juan del Encina: Primera edición, 1496* / publicado en facsímile por la Real Academia Española. <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmczs2s4>

¹²⁵ *Ibidem*.

instrumentación puede variar según el período: o bien a capella, o bien instrumentos doblando las voces o, simplemente, se pudo interpretar el canto del superius.

5.2 BREVE EXPLICACIÓN DEL CÓDIGO

En cuanto a la codificación de la obra en MEI, me he centrado en los elementos principales del lenguaje: `<meiHead>` y `<music>`.

En el elemento `<music>` está codificada toda la parte musical propiamente dicha: notas, compás, clave, tempo, voz... En primer lugar, se codifican de forma general las texturas de la partitura mediante el elemento `<staffGrp>`; en este caso, se trata de un coral a cuatro voces a capela, mostrada en la imagen 9.

```

<staffGrp symbol="bracket" barthru="true">
  <staffDef n="1"
    label="Soprano"
    label.abbr="S."
    clef.line="2"
    clef.shape="G"
    lines="5"/>

  <staffDef n="2"
    label="Alto"
    label.abbr="A."
    clef.line="2"
    clef.shape="G"
    lines="5"/>

  <staffDef n="3"
    label="Tenor"
    label.abbr="T."
    clef.line="2"
    clef.dis.place="below"
    clef.dis="8"
    clef.shape="G"
    lines="5"/>

  <staffDef n="4"
    label="Bajo"
    label.abbr="B."
    clef.line="4"
    clef.shape="F"
    lines="5"/>
</staffGrp>

```

Imagen 9: elemento <staffGrp>

Como se aprecia en la imagen, los números se corresponden con las voces del sistema, siendo 1 la más aguda (soprano) y 4 la más grave (bajo). También se especifica si son pentagramas (cinco líneas) o tetragramas (cuatro líneas) y en qué clave se lee cada voz (clave de sol en segunda línea para las voces femeninas, clave de sol en octava baja para el tenor y clave de fa para el bajo).

A continuación tenemos que codificar el elemento <section>, en donde encontraremos el compás que queremos codificar (<measure>), la voz (<staff>) y el sistema (<layer>).

```

<measure n="2" xml:id="compás_2" width="167">
  <staff n="1">
    <layer n="1">
      <note xml:id="sol_blanca_2.1"
        pname="g"
        oct="4"
        dur="2"
        stem.dir="up">
        <verse n="1">
          <syl>ma-</syl>
        </verse>
      </note>
      <note xml:id="sol_negra_2.1"
        pname="g"
        oct="4"
        dur="4"
        stem.dir="up"
        tie="i">
        <verse n="1">
          <syl>mos-</syl>
        </verse>
      </note>
    </layer>
  </staff>
  <staff n="2">
    <layer n="1">
      <note xml:id="mi_blanca_2.2"
        pname="e"
        oct="4"
        dur="2"
        stem.dir="up">
        <verse n="1">
          <syl>ma-</syl>

```

Imagen 10: elemento <section> y <measure>

Como se aprecia en la imagen, la codificación musical es bastante sencilla de hacer mientras se tengan unos conocimientos básicos de lenguaje musical. Se codifica la nota (en lenguaje americano con <note>), la octava en la que se encuentra dicha nota, la duración (negra, blanca, redonda...) y si la plica va hacia arriba o hacia abajo. En caso de tratarse de corcheas, semicorcheas, fusas o semifusas, se agruparán mediante el elemento <beam>. Asimismo, es aconsejable darles un identificador tanto a cada una de las notas como al compás. El texto se introduce entre las etiquetas <verse> y <syl>.

Algunas de las mayores dificultades de este tipo de codificación han sido el tratamiento de ligaduras entre diferentes notas y la armadura. Para las ligaduras, se usa el siguiente código:

```
Ejemplo: <slur tstamp="1" curvedir="above"
startid="#re_negra_10.4" endid="#fa_negra_10.4" staff="4"
tstamp2="0m+2"/>
```

En este código, el atributo `curvedir` hace referencia a la posición de la ligadura (encima o debajo de las notas ligadas), `startid` y `endid` indican el identificador de las notas que se quieren ligar (`startid` para la nota de inicio y `endid` para la nota final), `staff` el compás y, por último, los `tstamp` indican los tiempos en los que se encuentra cada nota. Si estamos en un compás 4/4, 0m significa que seguimos en el mismo compás (1m si es el siguiente, 2m si son los dos siguientes etc...) y + 2 quiere decir que hay que unir la primera nota con la que esté en el 2º tiempo del mismo compás. Si es 0m+3, en el tercer tiempo y así sucesivamente.

Para la armadura inicial de la partitura, no se trata de poner solo al inicio C mayor o D menor, etc. En el incipit hay un elemento llamado `<key.sign="1f">` que significa 1 flat (1 bemol), por lo que aparecerá la tonalidad de re menor (o fa mayor) automáticamente. De esta forma, colocaremos 1f, 2f etc... en el caso de querer mostrar bemoles o 1s, 2s (sharp) etc... para insertar sostenidos. Si no queremos ninguna alteración (esto es, do mayor o la menor), simplemente prescindiremos de esa etiqueta en el incipit y en los compases.

Por otro lado, para la codificación de la partitura en MusicXML, decidimos recorrer un camino inverso, puesto que el código en MusicXML es muy similar al código en MEI, como se pudo apreciar en el apartado 4.3.1. Así, editamos la partitura mediante el programa MuseScore con la letra, alteraciones y ligaduras incluidas para, después, exportarla en formato MusicXML. Con esta fórmula, el código es automáticamente generado sin necesidad de codificarlo a mano.

5.3 COMPARATIVA ENTRE AMBOS PROGRAMAS

Aunque se lleva trabajando varios años para intentar conseguir un formato estándar de representación musical, ninguno de los programas desarrollados a lo largo de estas últimas décadas resulta todavía una solución completa a la codificación de partituras. Si bien es cierto que la mayor parte del trabajo en cuanto a la base musical se refiere está hecho, hay otros ámbitos como tono, tempo o matices que siguen sin tener aún un buen soporte. Dado que la notación musical común es el lenguaje más habitual para representar música de una manera gráfica, muchos de los formatos de archivo están diseñados para codificar las notas pero no otros aspectos de la música. Esto conduce a desafíos únicos y crea numerosas limitaciones en la utilidad del formato.

Tanto MusicXML como MEI son extensiones de XML, por lo que ambos comparten su filosofía y pueden ofrecer, a priori, características similares. Sin embargo, mientras que MEI tiene como objetivo crear un marco para la codificación de datos musicales y permitir un análisis basado en el contenido, MusicXML pretende ser un formato de intercambio, es decir, es un código de representación de datos y metadatos de manera genérica. Asimismo, cabe destacar que los programas de edición de partituras como MuseScore o Finale (mencionados ya en el apartado 3) solo contienen la opción de exportar a MusicXML pero no a MEI algo que, desde mi punto de vista, debería de cambiar en el futuro, ya que MEI es el programa estándar más extendido y completo junto con MusicXML. Por su parte, MusicXML tiene un conjunto de herramientas comerciales disponibles, mientras que MEI proporciona herramientas más orientadas al mundo académico.

A diferencia de MEI, que utiliza marcas mucho más breves, MusicXML usa nombres más largos, lo que puede ser bueno en cuanto a la descripción, pero puede hacer que el código funcione mal con grandes conjuntos de datos. Por ejemplo, MusicXML utiliza elementos para codificar la música pero, tras adentrarme en la codificación de una partitura y leer diferentes estudios, como la tesis de Schwartz¹²⁶, considero que la información concreta de una nota, como la duración o el tono, debería ser un atributo, puesto que el uso de

¹²⁶ Schwartz, B. (2003). *Transforming XML into Music Notation*. The Faculty of the School of Engineering and Applied Science, University of Virginia.

etiquetas para todo tipo de elementos puede limitar la comprensión del formato así como su uso para un posterior análisis.

Por su parte, MEI está definido en un DTD, igual que MusicXML (además de contener XML Schema), lo que les brinda la ventaja de ser ampliamente soportado y muy fácil de mantener. Sin embargo, los DTD no proporcionan un medio para especificar muchos tipos de datos. Además, los DTD son difíciles de utilizar para las etiquetas más complicadas.

Pero, con todo esto, la Biblioteca del Congreso de los EE.UU. afirma que MEI, junto con MusicXML, son dos de las herramientas más completas y recomendadas para la digitalización de partituras en formato escrito, además de que dicha institución las recomienda como la mejor solución de cara a la preservación musical a largo plazo:

Se adivina [como el formato] que mejor satisfará todo el conjunto de necesidades implicadas en la preservación [de la documentación musical], maximizando las posibilidades de supervivencia y el acceso continuado del contenido creativo en el futuro¹²⁷.

Independientemente de las recomendaciones de la biblioteca americana, es cierto que tanto MEI como MusicXML han supuesto un gran avance y nuevas vías en el ámbito de la documentación musical y en su gestión electrónica. Se recomienda la inclusión de información propia de la lógica musical como la tonalidad, el tempo, etc. Este tipo de inclusión de metadatos en la cabecera de un documento creado con MEI resulta un trabajo bastante especializado y complejo que solo un especialista en documentos de XML y en música puede hacer. Debido a la especificidad de esta labor, en los últimos años se ha formado a editores que dominan tanto de contenido musical (editor MEISE) como una interfaz específica para la edición y gestión de los metadatos descriptivos del encabezamiento MEI (editor MerMEId)¹²⁸.

Si bien es cierto que la iniciativa MEI se puede usar en distintos ámbitos dentro del marco musical que implique un texto anotado o una partitura, MEI se usa, principalmente, en

¹²⁷ Library of Congress. (2017). *Library of Congress Recommended Formats Statement*, <https://goo.gl/Mv9HeX>

¹²⁸ Crandell, A. *op. cit.*

tres ramas diferentes de la investigación, como se puede observar en la imagen 11. Por un lado, es imprescindible su uso en la musicología y en la filología musical con el fin de permitir un tratamiento digital de esa textualidad a este tipo de estudios e investigaciones. Por otro lado, están las publicaciones de partituras y libros de teoría musical online, lo que supone un enorme crecimiento de partituras electrónicas para músicos y musicólogos. Por último, MEI incorpora este tipo de documentos a las bibliotecas y archivos de documentación musical.

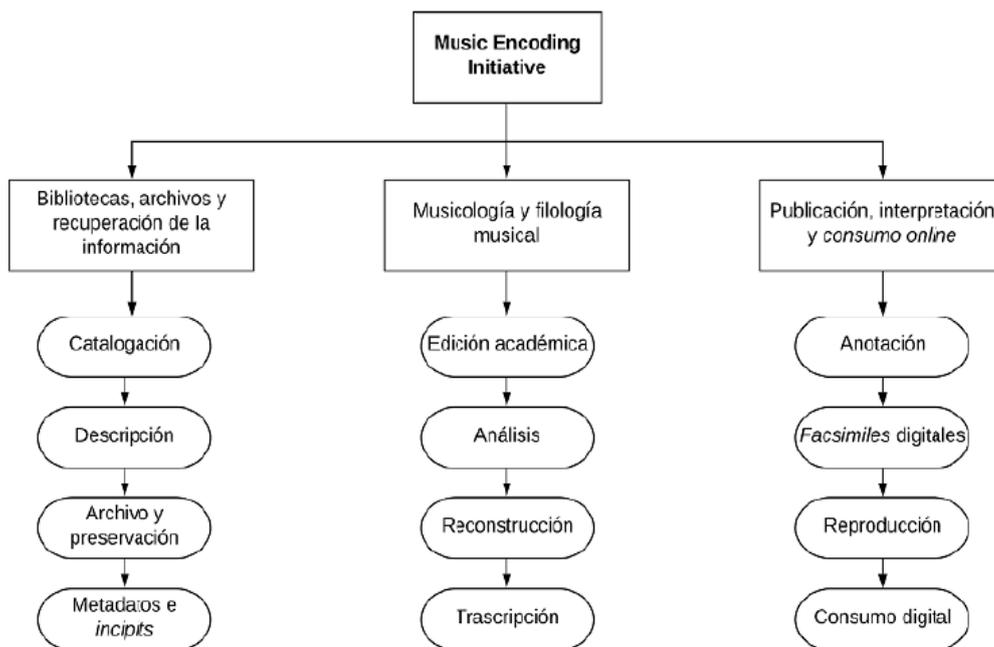


Imagen 11: Esquema de aplicación de MEI en distintas ramas

Fuente: Merchán Sánchez-Jara, J. (2019). Music Encoding Initiative (MEI), un estándar para la edición, codificación y la descripción de documentos musicales en el entorno digital: Características, prestaciones y ámbitos de aplicación. *Education in the knowledge society*, 20, pp. 1-13.

Varias de sus aplicaciones más relevantes son la edición crítica musical, la reconstrucción del corpus de textos musicales o la transcripción de los diferentes sistemas de notación, además de hacer distinción entre el análisis armónico y melódico. Pero uno de los fines más completos del estándar MEI es, sin duda, la edición crítica o académica, ya que su carácter explícito y modular es capaz de comprender todos o casi todos los aspectos musicales de un texto en diferentes niveles: por un lado, el nivel visual que recoge variantes

textuales, anotaciones, marcas etc. y, por otro, el nivel de análisis que permite reconstrucciones de textos y/o referencias.

Actualmente, gran parte de los trabajos realizados mediante el estándar MEI proceden, en su mayoría, de fuentes inéditas o de ediciones académicas. Aunque los proyectos que han sido llevados a cabo mediante las recomendaciones MEI también han sido utilizados para la interpretación, son proyectos destinados, generalmente, a la investigación del análisis musicológico o la reconstrucción de ediciones o textos musicales. Si bien es cierto que muchas de estas tareas resultan bastante complejas en su elaboración (como, por ejemplo, la transcripción de notación mensural a notación común actual), MEI ha sido desarrollado para intentar cubrir, de una manera estándar, las distintas complejidades que surgen en el ámbito musical mediante recursos necesarios que afiancen su éxito.

A continuación, se expone una tabla resumen, sintética y conclusiva de ambos programas para una mayor comprensión:

MusicXML		MEI	
<ul style="list-style-type: none"> • Basado en el lenguaje extensible XML • Basado en los formatos musicales MuseData y Humdrum • Codifica música desde el siglo XVII hasta la actualidad • Formato de intercambio 		<ul style="list-style-type: none"> • Basado en el lenguaje de marcado XML-TEI • Abarca cualquier época o estilo musical • No solo se centra en la parte textual, sino que propone un enfoque más descriptivo y bibliográfico • Más orientado al mundo académico 	
Pro	Contra	Pro	Contra

Gracias a su nueva versión 4.0, ha adquirido varias mejoras como la adición de instrumentos transpositores en la partitura, el sistema de cadencias, notación del bajo alternativo...	Contiene demasiadas etiquetas para el corpus musical y pocos atributos	Creado como lenguaje de representación de datos (para analizar un contenido, por ejemplo)	No puede ser exportado desde los programas de edición más importantes, como Finale o MuseScore
Puede ser exportado desde los programas de edición más importantes, como Finale o MuseScore	El código puede funcionar mal por la gran cantidad de datos	Incrementa la proliferación de bibliotecas digitales musicales así como nuevas investigaciones en Humanidades Digitales	La inclusión de los metadatos en la cabecera es un trabajo complejo que solo un especialista en XML puede hacer. Asimismo, la transcripción de notación mensural a notación común solo puede ser llevada a cabo por un musicólogo.
PROS DE AMBOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento de partituras en formato digital • Soportan bastante más información de la partitura musical como las barras, posición de la plica, instrumentación, ligaduras, matices... • Proporcionan recomendaciones y estándares de reglas comunes para la creación y gestión de partituras en formato digital • Al ser XML, no es necesario utilizar software de pago • Ambos siguen un lenguaje estándar muy reconocido 			
CONTRAS DE AMBOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Los dos están definidos en DTD, lo que hace imposible que se pueda especificar una nueva regla o código para algún caso concreto de una pieza musical • Todavía queda mucho camino por hacer para la parte más abstracta de la música así como para las piezas de música contemporánea o música antigua 			

6. CONCLUSIONES

Aunque la digitalización musical surgió más tarde que la de los documentos textuales, ha tenido una rápida difusión y un fuerte impulso en el mundo de la investigación, tanto tecnológica como musicológica, centrado en desarrollar nuevas herramientas y metodologías con el fin de acelerar y optimizar la difusión de todo el patrimonio musical para el estudio y la interpretación.

Debido a los últimos avances de la digitalización musical, las bibliotecas han aumentado notablemente las visitas a sus páginas web y archivos, a la vez que continúan desarrollando multitud de proyectos de digitalización, como es el caso de nuestra Biblioteca Nacional. Por esta razón se puede afirmar que se enfrentan a múltiples desafíos: la financiación del personal procede en su mayoría de fondos especiales como subvenciones, ya que las ayudas gubernamentales son escasas, de forma que se genera un trabajo temporal no consolidado; no hay suficiente personal técnico especializado para asumir tal nivel de supervisión, por lo que deberíamos ser conscientes de la importancia de las bibliotecas y de la contratación de personal técnico si queremos llevar a cabo una buena difusión del patrimonio musical mediante la digitalización de partituras. Por su parte, las bibliotecas deberían conceder a los investigadores musicales más herramientas de digitalización para abordar estos retos informáticos. Sería fundamental, asimismo, lograr un buen estándar de notación musical común para todos, que permitiera una buena preservación a largo plazo.

En el caso de nuestro país, sigue habiendo mucha escasez y dificultades de financiación¹²⁹ para seguir digitalizando, por lo que aún son necesarias, en primer lugar, la catalogación total y el proceso técnico de los fondos musicales en instituciones civiles y eclesiásticas de música notada. Eso incluiría, además, los archivos destacados de las bandas en España, los conservatorios superiores y las orquestas, siempre respetando escrupulosamente las limitaciones de los derechos de autor y propiedad para su disposición pública.

¹²⁹ Schmidt, D. (2014). Towards an Interoperable Digital Scholarly Edition. *Journal of the Text Encoding Initiative*. <https://doi.org/10.4000/jtei.979>, (7).

En el caso de los archivos en mal estado de conservación, las estrategias de digitalización han de ser diferentes, puesto que funcionan mediante una red local como medida cautelar, de manera que estas obras tienen un acceso limitado para que puedan ser conservadas durante más tiempo.

Tras el desarrollo del código de una partitura renacentista española mediante los dos lenguajes más extendidos en la actualidad (MusicXML y MEI), he podido comprobar que en un nivel más puramente musical aún queda mucho camino por hacer para crear un único lenguaje estándar que reconozca todo el corpus que contiene la música. Si bien es cierto que en el ámbito más técnico (en lo que se refiere a la filología musical) MusicXML y MEI han logrado bastante éxito, la parte más abstracta (matices, tempo, estética musical, etc.) tiene aún lagunas por colmar, como es el caso la notación antigua o toda la música contemporánea (música dodecafónica o música modal del siglo XX).

Sin embargo, desde el punto de vista tecnológico o, incluso, filológico, se cumple bastante bien la finalidad de estas dos iniciativas: gracias a los lenguajes de marcado XML y MEI, podemos hallar una solución plausible para intentar resolver los problemas presentes en toda la filología musical, como la preservación a largo plazo o la interoperabilidad de repositorios o bibliotecas. MEI no solo quiere apuntar este tipo de soluciones en el corpus musical, sino ofrecer a los desarrolladores de software la posibilidad de incorporar a sus productos este formato, para que este tipo de herramientas sirvan en los próximos proyectos de investigación. De esta forma, los textos musicales podrán ser gestionados y utilizados dentro de cualquier sistema en un futuro no muy lejano¹³⁰.

¹³⁰ Schmidt, D. *op.cit.*

BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

Bent, M. (s. f.). Editing early music: The dilemma of translation. *Early Music*, XXII, 373-392.

Crandell, A. (2015). MerMEId: Metadata Editor and Repository for MEI Data by The National Library, Danish Centre for Music Publication. *Notes*, 71, 543-544. <https://doi.org/10.1353/not.2015.0037>

Delgado, M.T. (2012). Hacia una biblioteca digital musical: El caso de la Biblioteca Nacional de España. *Boletín DM*, 16, 30-39.

Encina, J. del. (2002). *Cancionero de Juan del Encina: Primera edición, 1496 / publicado en facsímile por la Real Academia Española*. <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcsz2s4>

Encina, J. del, & Pérez Priego, M. A. (1996). *Obra completa*. Fundación José Antonio de Castro.

Good, M. (s. f.). *MusicXML in Commercial Applications / Songs and Schemas*. Recuperado 27 de junio de 2021, de <http://michaelgood.info/publications/music/musicxml-in-commercial-applications/>

Grier, J. (2008). *La edición crítica de la música*. Ediciones AKAL.

Kepper, J., Roland, P., Bohl, B., Hankinson, A., Hartwig, M., & Pugin, L. (2013). *Music Encoding Initiative Guidelines Release 2013* (Revisión 2.1.1). Music Encoding Initiative (MEI) Council.

Laplante, A., & Fujinaga, I. (2016). *Digitizing musical scores: Challenges and opportunities for libraries*. 45-48. <https://doi.org/10.1145/2970044.2970055>

Lorenzo, M. (2019). La colección de música (partituras y grabaciones sonoras) de la Biblioteca Nacional de España: Digitalización y reutilización. *Revista de Humanidades Digitales*, 3. <https://doi.org/10.5944/rhd.vol.3.2019.23169>

Merchán Sánchez-Jara, J. (2019). Music Encoding Initiative (MEI), un estándar para la edición, codificación y la descripción de documentos musicales en el entorno digital: Características, prestaciones y ámbitos de aplicación. *Education in the knowledge society*, 20, 1-13.

Nava, I. M. (2021). Notación de la música de dos danzas tradicionales jiquilpenses: Un caso de gestión del patrimonio cultural inmaterial desde las humanidades digitales. *Estudios sobre las culturas contemporáneas*, 52 (Enero-Junio), 121-151.

Peña Boerio, V. (2016). *Industria musical y digitalización: Nuevos desafíos, modelos de negocio y de gestión*. <http://ri.unsam.edu.ar/handle/123456789/876>

Pugin, L. (2013). Going digital: Finding the right path for critical music editions. *Perspectives of New Music*, 3(2), 74-83.

Pugin, L. (2015). The Challenge of Data in Digital Musicology. *Frontiers in Digital Humanities*, 2. <https://doi.org/10.3389/fdigh.2015.00004>

Pugin, L. (2008). *Optical Music Recognition of Early Typographic Prints using Hidden Markov Models*. 53-56.

Pugin, L., Kepper, J., Roland, P., Hartwig, M., & Hankinson, A. (2012). Separating Presentation and Content in MEI. *Undefined*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Separating-Presentation-and-Content-in-MEI-Pugin-Kepper/077487b8ffefd21dbe0323d9e6762446a5fda868>

Pugin, L. (2006). *Computer Software for Early Music Editions: A New Approach. Poetry and Patronage in Late Renaissance Italy: Luca Marenzio and the Madrigal, International Conference*, Harvard University

Riley, J., & Fujinaga, I. (2003). Recommended best practices for digital image capture of musical scores. *OCLC Systems & Services: International digital library perspectives*, 19 (2), 62-69. <https://doi.org/10.1108/10650750310481784>

Sánchez, M. T. D. (2012). Hacia una biblioteca digital musical: El caso de la Biblioteca Nacional de España. *Boletín DM*, 16, 30-39.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Babbitt, M. (1965). The Use of Computers in Musicological Research. *Perspectives of New Music*, 3(2), 74-83. <https://doi.org/10.2307/832505>

Badura-Skoda, E., & Weiss, P. (1965). Textual Problems in Masterpieces of the 18th and 19th Centuries. *The Musical Quarterly*, 51(2), 301-317.

Badura-Skoda, P. (2012). Should we play A \natural or A \sharp in Beethoven's "Hammerklavier" Sonata, opus 106? *Notes*, 68(4), 751-757.

Bainbridge, D., & Bell, T. (2003). A music notation construction engine for optical music recognition. *Software: Practice and Experience*, 33(2), 173-200. <https://doi.org/10.1002/spe.502>

Breeding, M. (2014). Ongoing Challenges in Digitization. *Computers in Libraries*, 34(9), 16-18. Library & Information Science Collection; ProQuest Central.

Bustamante, E. (2003). *Hacia un nuevo sistema mundial de comunicación: Industrias culturales en la era digital*. Gedisa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=10648>

Cantara, L. (2005). The text-encoding initiative: Part 1. *OCLC Systems & Services: International digital library perspectives*, 21(1), 36-39. <https://doi.org/10.1108/10650750510578136>

Carter, N. (1991). Automatic Recognition and Related Topics: Report for Research at Guildford, University of Surrey. *Computing in Musicology: A Directory of Research*, 7, 323-331.

- Courcelle, F. (1741). *Lea imperatrice della China*. [Música Manuscrita]. <http://bdh.bne.es/bnearch/detalle/3040129>
- Crawford, T., & Gibson, L. (2016). *Modern methods for musicology: Prospects, proposals, and realities*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/books/e/9781315595894>
- Dalitz, C., & Karsten, T. (2005). *Using the Gamera Framework for Building a Lute Tablature Recognition System*. 478-481.
- Damm, D., Fremerey, C., Thomas, V., Clausen, M., Kurth, F., & Müller, M. (2012). A digital library framework for heterogeneous music collections: From document acquisition to cross-modal interaction. *International Journal on Digital Libraries*, 12(2), 53-71. <https://doi.org/10.1007/s00799-012-0087-y>
- Feder & Unverricht. (1959). Urtext und Untextausgaben. En *Die Musikforschung* Vol. 12, 432-459.
- Gallego, A (2007). Exposición Biblioteca Hispánica: obras maestras de la Biblioteca Nacional de España. Biblioteca Nacional de España, <http://www.bne.es/es/Actividades/Exposiciones/Exposiciones/Exposiciones2007/BDHvisitavirtual/expo.htm>
- Geertinger, A. (2014). Turning music catalogues into archives of musical scores - Or vice versa: Music archives and catalogues based on MEI XML. *Fontes Artis Musicae*, 61, 61-66.
- Ghibel, H. (1984). *Il primo libro de madrigali a tre voci a note negre novamente per Antonio Gardane*. Alamire.
- Gosálvez, J. C. (2014). Aproximación al estudio de la edición musical manuscrita en Madrid. *Instrumental music in late eighteenth-century Spain*, 2014, 215-258. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5961022>
- Hankinson, A., Roland, P., & Fujinaga, I. (2011). *The Music Encoding Initiative as a Document-Encoding Framework*. 293-298.
- Harold, E. R. (2004). *XML 1.1 Bible*. John Wiley & Sons.
- Harrington, B., Warner, J., Brown, E., DiLauro, T., Fujinaga, I., Requardt, C., & Choudhury, S. (2000). Digital Workflow Management: The Lester S. Levy Digitized Collection of Sheet Music. *First Monday*, 5. <https://doi.org/10.5210/fm.v5i6.756>
- Henle, G., & Bente, M. (1980). *Musik, Edition, Interpretation: Gedenkschrift Günter Henle*. Henle.
- Hewlett, W. B. (1997). MuseData: Multipurpose representation. En *Beyond MIDI: The handbook of musical codes*, MIT Press, 402-447.
- Hewlett, W. B., & Selfridge-Field, E. (1991). Computing in Musicology, 1966-91. *Computers and the Humanities*, 25(6), 381-392.

- Horkheimer, M., & Adorno, T. (1988). *La industria cultural. Iluminismo como mistificación de masas*. <https://observatoriocultural.udgvirtual.udg.mx/repositorio/handle/123456789/402>
- Hughes, A., & Bent, M. (1967). The Old Hall Manuscript. *Musica Disciplina*, 21, 97-147.
- Huron, D. (1997). Humdrum and Kern: Selective feature encoding. En *Beyond MIDI*. MIT Press.
- King, A. H. (1991). Review of Music Printing and Publishing [Review of *Review of Music Printing and Publishing*, por D. W. Krummel & S. Sadie]. *Music & Letters*, 72(3), 413-415.
- La Compagnia Del Madrigale & Marenzio. (s. f.). *Marenzio: Quinto Libro Di Madrigali A Sei Voci / La Compagnia Del Madrigale*. Glossa.
- Lampert, C., & Vaughan, J. (2009). Success Factors and Strategic Planning: Rebuilding an Academic Library Digitization Program. *Information Technology and Libraries*, 28, 116-136. <https://doi.org/10.6017/ital.v28i3.3220>
- Lopatin, L. (2006). Library digitization projects, issues and guidelines: A survey of the literature. *Library Hi Tech*, 24(2), 273-289. <https://doi.org/10.1108/07378830610669637>
- Martínez, N. I., & Martínez, I. L. (2008). *La música del siglo XIX: una herramienta para su descripción bibliográfica*. Biblioteca Nacional.
- Mendel, A. (1969). Some preliminary attempts at computer-assisted style analysis in music. *Computers and the Humanities*, 4(1), 41-52. <https://doi.org/10.1007/BF02393450>
- Merchán-Sánchez-Jara, J., García, J. A. C., & Díaz, R. G. (2017). Towards a hypermedia model for digital scholarly edition of musical texts based on MEI (Music Encoding Initiative) standard: Integration of hidden traditions within social editing paradigm. *Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, 1-8. <https://doi.org/10.1145/3144826.3145446>
- Nouveau recueil de Chansons choisies [Música notada]* A La Haye : Jean Neaulme. (1723). <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000074879&page=1>
- Original Manuscripts of the Medici. (1927). *Bulletin of the Business Historical Society*, 1(10), 1-6. <https://doi.org/10.2307/3111020>
- Pinto, J., Vieira, P., & Sousa, J. (2003). A new graph-like classification method applied to ancient handwritten musical symbols. *IJDAR*, 6, 10-22. <https://doi.org/10.1007/s10032-003-0102-3>
- Pogue, S. F. (1970). Review of Pierre Attaignant, Royal Printer of Music [Review of *Review of Pierre Attaignant, Royal Printer of Music*, por D. Hertz]. *Notes*, 27(2), 258-260. <https://doi.org/10.2307/896915>

- Pountain, D. (1992, marzo). Following in Wolfgang's Footsteps. *Bytes*, 921S - 20.
- Ramírez, E. B. (2003). *Hacia un nuevo sistema mundial de comunicación: Industrias culturales en la era digital*. Gedisa. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=10648>
- Repetto, D. I. (1998). Review of Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes [Review of *Review of Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes*, por E. Selfridge-Field]. *Notes*, 55(2), 381-383. <https://doi.org/10.2307/900186>
- Rieger, O. Y. (2010). *Enduring Access to Special Collections: Challenges and Opportunities for Large-Scale Digitization Initiatives | Rieger | RBM: A Journal of Rare Books, Manuscripts, and Cultural Heritage*. 11(1), 11-22. <https://doi.org/10.5860/rbm.11.1.328>
- Rodríguez Martínez, L. (2020). *Desarrollo de una aplicación para la detección y codificación MIDI de melodías por medio de análisis tiempo-frecuencia* (Tesis Doctoral).
- Roland, P. (2009). MEI as an Editorial Music Data Format. En *Digitale Edition zwischen Experiment und Standardisierung* (pp. 175-194). De Gruyter. <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110231144.175/pdf>
- Sanz, G. (1664). *Instrucción de música sobre la guitarra española* (1ra ed.). https://data.bnf.fr/fr/14836147/gaspar_sanz_instruccion_de_musica_sobre_la_guitarra_espanola/
- Schmidt, D. (2014). Towards an Interoperable Digital Scholarly Edition. *Journal of the Text Encoding Initiative*. <https://doi.org/10.4000/jtei.979>, (7).
- Schwartz, B. (2003). *Transforming XML into Music Notation*. The Faculty of the School of Engineering and Applied Science, University of Virginia.
- Scott, P. J. D. (2007). Ottaviano Petrucci: Catalogue Raisonné. By Stanley Boorman. New York: Oxford University Press. 2006, *The Library*, 8(1), 76-79. <https://doi.org/10.1093/library/8.1.76>
- Selfridge-Field, E., & Selfridge-Field, C. P. M. and S. S. E. (1997). *Beyond MIDI: The Handbook of Musical Codes*. MIT Press.
- Tobar, C. (2011). Music to My Ears: The New York Philharmonic Digital Archives. *D-Lib Magazine*, 17(7-8), 4.
- Vandegrift, M., & Varner, S. (2013). Evolving in Common: Creating Mutually Supportive Relationships Between Libraries and the Digital Humanities. *Journal of Library Administration*, 53(1), 67-78. <https://doi.org/10.1080/01930826.2013.756699>
- Viglianti, R. (2010). *Making mei feel odd*. TEI Members Meeting. <https://fddocuments.in/document/making-mei-feel-odd.html>
- Wiggins, G. A. (2009). Computer Representation of Music in the Research Environment. En *Modern Methods for Musicology*. Routledge, 27-42.

Willaert, A., & Bossuyt, I. (1986). *Fantasie, ricercare, contrapunti: A tre voci*. Alamire.

Zallo, R. (1988). *Economía de la comunicación y la cultura*. Ediciones AKAL.

WEBGRAFÍA

78 recursos con partituras digitalizadas. (2012, marzo 22). *Papeles de Música*. <https://papelesdemusica.wordpress.com/2012/03/22/78-recursos-con-partituras-digitalizadas/>

AEDOM, (1993), *Asociación española de Documentación Musical*, <https://www.aedom.org/>

Aruspix, <http://www.aruspix.net/>

Bent, M. (2001). Old Hall Manuscript (Vol. 1). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/gmo/9781561592630.article.20296>

BNE, *Biblioteca Nacional de España*, <http://www.bne.es/es/Inicio/index.html>

B. N. de España. (2014, septiembre 19). *Cantoriales. Libros de música litúrgica en la BNE*. Biblioteca Nacional de España. <http://www.bne.es/es/LaBNE/Publicaciones/CatalogosExposiciones/cantoriales.html>

B. N de España (2009), *Juego Filarmónico para componer minués por la suerte de los dados de Joseph Haydn*, Biblioteca Nacional de España, <http://www.bne.es/es/Actividades/Ciclos/PiezaDelMes/Historico/Piezas2009/piezoctubre.htm> | [https://bnelab.bne.es/proyecto/juego-filarmonico/#:~:text=El%20llamado%20E2%80%9CJuego%20filarm%C3%B3nico%E2%80%9D%20es,Stadler%20\(1748%2D1833\).](https://bnelab.bne.es/proyecto/juego-filarmonico/#:~:text=El%20llamado%20E2%80%9CJuego%20filarm%C3%B3nico%E2%80%9D%20es,Stadler%20(1748%2D1833).)

Cantus, *a Database for Latin Ecclesiastical Chant (CANTUS)*, <http://cantus.uwaterloo.ca/>

CAO-ECE, *Corpus Antiphonarium Officii-Ecclesiarum Centralis Europae (CAO-ECE)*, <https://bit.ly/2ID9AID>.

Crawford, T., ECOLM (2006), *An Electronic Corpus of Lute Music*, <http://www.ecolm.org>.

DiMusEd, (2014), *Digitale Musikedition - Herausforderung und Chance*, <http://www.dimused.uni-tuebingen.de/>

Edirom, *ViFE-Virtueller Forschungsverbund Edirom*, <https://www.edirom.de/>

Finale, *Finale | Music Notation Software That Lets You Create Your Way*, <https://www.finalemusic.com/>

Good, M. (2001). *MusicXML for Notation and Analysis | Songs and Schemas*, de <https://ctdibeqlif5w46ziaaivr7xfe-jj2cvlaia66be-michaelgood-info.translate.google/publications/music/musicxml-for-notation-and-analysis/>

Good, M. (s. f.). *MusicXML in Commercial Applications | Songs and Schemas*. Recuperado 27 de junio de 2021, de <http://michaelgood.info/publications/music/musicxml-in-commercial-applications/>

Harmony Assistant, <https://www.myriad-online.com/en/index.htm>

Haydn, F. J. (1780). *Juego filármonico para componer minues con sus tríos p. Fortepiano, por la suerte de los dados*: [Partitura]. <http://bdh-rd.bne.es/viewer.vm?id=0000058728&page=1>

Library of Congress. (2017). *Library of Congress Recommended Formats Statement*, <https://goo.gl/Mv9HeX>

MEI Guidelines, *Common Music Notation*, <https://music-encoding.org/guidelines/v3/content/cmnm.html>

MuseBooks, <https://www.musebooks.world/eu/en/>

Musedata, <http://www.musedata.org/>

MusicEase, *MusicEase Software*, <http://www.musicease.com/>

MuseScore, <https://musescore.org/es>

MusicXML, (2000). *MusicXML for Exchanging Digital Sheet Music*, <https://www.musicxml.com/>

Original Manuscripts of the Medici. (1927). *Bulletin of the Business Historical Society*, 1(10), 1-6. <https://doi.org/10.2307/3111020>

OCVE, (2003), *Online Chopin Variorum Edition*, <http://www.chopinonline.ac.uk/ocve/>

Rosegarden, <https://www.rosegardenmusic.com/>

Sibelius, *Software de notación musical—Sibelius—Avid*, <https://www.avid.com/es/sibelius>

SIMSSA Project, *Single Interface for Music Score Searching and Analysis* <https://simssa.ca/>

The CMME Project, *Computerized Mensural Music Editing*, <http://www.cmme.org/>.

The Josquin Research (JRP), *The Josquin Research Project, Search, browse, and analyze complete scores of polyphonic music, ca. 1420- ca.1520*, <http://josquin.stanford.edu/>

The MIDI Manufacturers Association, (2014), *The Complete MIDI 1.0 Detailed Specification*, *The MIDI Manufacturers Association*, <https://www.midi.org/>

The NIFF, (1995) *The NIFF (Notation Interchange File Format)*, <http://www.music-notation.info/en/formats/NIFF.html>

The Répertoire International des Sources Musicales (RISM), (1952), *International Inventory of Musical Sources*, <https://rism.info/>