

Universidad Nacional de Quilmes

Escuela de Artes

LICENCIATURA EN MÚSICA Y TECNOLOGÍA

Director de Carrera: Esteban Calcagno

Tesis de Grado

GRAMÁTICA FORMAL PARA PLAN DE OBRA MUSICAL Y ENTORNO
DE SECUENCIACIÓN

Presentada por: Lisandro Fernández

Director de Tesis: Pablo Riera

Abstract

Definición de gramática formal basada en texto plano serializado, estructurada como árbol de análisis para representar planes de obra musical. Acompañada por el desarrollo de un contexto de herramientas CLI para generar secuencias.

Septiembre 2018

Buenos Aires, Argentina

Contendios

1 Resumen	1
2 Justificación	2
2.1 ¿Por qué Texto Plano?	2
2.2 ¿Por qué Interfaz de Linea de Comandos?	2
3 Objetivos	3
4 Marco referencial	4
4.1 MuseData	4
4.2 Humdrum	6
4.3 MusicXML	7
4.4 Music Markup Language	8
4.5 Flocking	8
5 Metodología	11
5.1 Hipótesis de trabajo	11
5.2 Actividades de investigación	12
6 Cronograma de Trabajo	12
7 Bibliografía	13

1 Resumen

El presente plan propone definir una gramática formal¹ basada en texto plano serializado² y descriptivo, estructurada como árbol de análisis³ con el fin de representar planes de obra musical.

Acompañada por el desarrollo de un contexto de herramientas para interprete de línea de comandos (Command Line Interface) para producción de secuencias MIDI⁴ a partir de manipular información subscripta a dicha representación.

El desarrollo se documentará⁵ para que su publicación cumpla con las premisas del software libre.⁶

¹Lerdahl y Jackendof (1996)

²Coombs, Renear y De Rose (1987)

³Grela (1992)

⁴Penfold (1992)

⁵Kernighan y Plaguer (1978) Capítulo 8: Documentation (p.141-55)

⁶Varios (2001)

2 Justificación

A continuación se argumentan los aspectos clave de este proyecto.

2.1 ¿Por qué Texto Plano?

“...our base material isn’t wood or iron, it’s knowledge. [...]. And we believe that the best format for storing knowledge persistently is plain text. With plain text, we give ourselves the ability to manipulate knowledge, both manually and programmatically, using virtually every tool at our disposal.” (Hunt y Thomas 1999)

Algunas ventajas del texto plano y legible en contraste a la codificación binaria de datos.⁷

Aprovechar. Potencialmente cualquier herramienta de computo puede operar información almacenada en texto plano.

Mínimo Común Denominador. Soportado en múltiples plataformas, cada sistema operativo cuenta con al menos un editor de texto todos compatibles hasta la codificación.

Fácil de manipular. Procesar cadenas de caracteres es de los trabajos mas rudimentales que pueden ser realizados por un sistema informático.

Fácil de mantener. El texto plano no presenta ninguna dificultad o impedimento ante la necesidad de actualizar información o de realizar cualquier tipo de cambio o ajuste.

Fácil de comprobar. Es sencillo agregar, actualizar o modificar datos de testeo sin la necesidad de emplear o desarrollar herramientas especiales para ello.

Liviano. Determinante cuando los recursos de sistema son limitados como por ejemplo almacenamiento escaso, velocidad de computo restringida o conexiones lentas.

Seguro contra toda obsolescencia (o compatible con el avance). Los archivos de datos en formatos legibles y autodescriptivos perduran por sobre otros formatos aun cuando caduquen las aplicaciones con las hayan sido creados.⁸

2.2 ¿Por qué Interfaz de Linea de Comandos?

Primer estado operativo de un ordenador. Eventualmente todos los sistemas operativos permiten ser utilizados a través de este acceso previo al gerente de escritorio.

⁷Hunt y Thomas (1999) Capítulo 3: Basic Tools (pp. 72-99).

⁸Leek (2017)

Menor utilización de recursos. No depender de un agente de ventanas interviniendo entre el usuario y el sistema libra una cantidad considerable de recursos.

Una interfaz para diferentes aplicaciones. La estructura de las instrucciones para esta interfaz *aplicación - argumento - recurso* (su analogía *verbo - adverbio - sujeto*) persiste para cualquier pieza de software. Dicha recurrencia elimina el ejercicio que significa operar de modo distinto cada aplicación, permitiendo un accionar semejante en contextos y circunstancias diferentes.

Tradición. Perdura por décadas como estándar inalterable a lo largo de la historia de la informática remitiendo a los orígenes de los ordenadores basados en teletipo.

Resultados reproducibles. Si bien la operación de sistemas sin más que la entrada de caracteres requiere conocimiento y entrenamiento específico, no considerar la capa que representa la posición del puntero como parámetros de instrucciones, permite que sean recopiladas en secuencias de acciones precisas (guión).

Pipeline y Automatización. La composición flujos de procesos complejos encadenando resultados con trabajos.⁹

Acceso remoto. Mas allá del protocolo en el que se base la negociación local/remoto la interfaz de línea comandos es la herramienta de facto para administrar un sistema a distancia.

Productividad. Valerse de herramientas pulidas como editores de texto avanzados (VIM / Emacs) que gracias al uso de atajos (acciones complejas asignadas a combinaciones de teclas) evitan la alternancia entre mouse y teclado, lo cual promueve un flujo de trabajo ágil.¹⁰

3 Objetivos

Este proyecto procura establecer un contexto y proveer los recursos para un procedimiento sencillo y flexible de elaboración discursos musicales unificando la planificación de obra con la secuenciación MIDI.

Además pretende exponer las ventajas de la Interfaz de Línea de Comandos para operar sistemas informáticos a la comunidad de artistas, teóricos e investigadores.

Promover la adopción de prácticas consolidadas y formatos abiertos para representar, manipular y almacenar información digital.

Fomentar el trabajo colaborativo generando vínculos con y entre usuarios.¹¹¹²

⁹Raymond (1999) Capítulo 1: Context, Apartado 1: Philosophy, Sub-apartado: Basics of the Unix Philosophy (pp. 34-50)

¹⁰Moolenaar (2000)

¹¹Raymond (1997) Capítulo 11: The Social Context of Open-Source Software (p. 11)

¹²Yzaguirre (2016)

4 Marco referencial

A continuación se describen algunos desarrollos que vinculan representación y manipulación de información musical: MuseData, Humdrum, MusicXML y MML; como ejemplo de un marco de programación basada en una sintaxis declarativa se consideró Flocking.

4.1 MuseData

La base de datos MuseData¹³ es un proyecto y a la vez el sistema de codificación principal del Centro de Investigación Asistida por Computador en Humanidades (CCARH). La base de datos fue creada por Walter Hewlett.

Los archivos MuseData tienen el potencial de existir en múltiples formatos comunes de información. La mayoría de las codificaciones derivadas acomodan sólo algunas de las características incluidas en el master MuseData de codificaciones. El archivo MuseData está diseñado para soportar aplicaciones de sonido, gráficos y análisis. Los formatos derivados de las codificaciones musicales de MuseData que se distribución son: MIDI1, MIDI+ y Humdrum.

4.1.1 Organización de archivos MuseData

Los archivos MuseData están basados en ASCII y se pueden ver en cualquier editor de texto. Dentro del formato MuseData El número de archivos por movimiento y por trabajo puede variar de un formato a otro así como también de una edición a otra.

Los archivos MuseData están organizados en base a las partes. Un movimiento de una composición es típicamente encontrado dividido en varios archivos agrupados en un directorio para ese movimiento.

Las partes de los archivos MuseData siempre tienen la etiqueta 01 para la primera parte, 02 para la segunda parte de la partitura, etc. Conteniendo varias líneas de música, como dos flautas en una partitura de orquesta, o dos sistemas para música de piano. Archivos para diferentes los movimientos de una composición se encuentran en directorios separados que usualmente indican el número de movimiento, p. 01, 02, etc.

La exhaustividad de la información dentro de los archivos varía entre dos niveles que en archivos MuseData llamamos Stage 1 y Stage 2. Sólo los archivos Stage 2 son recomendados para aplicaciones serias.

El primer paso en la entrada de datos (Stage 1) captura información básica como duración y altura de las notas. Por ejemplo, normalmente habría cuatro archivos (Violín 1, Violín 2, Viola, Violonchelo) para cada movimiento de un cuarteto de cuerdas. Si el movimiento del cuarteto comienza en metro binario,

¹³Selfridge-Field (1997)

cambia a metro ternario, y luego vuelve a binario, cada sección métrica tendrá su propio conjunto de partes. Así habría doce archivos para el movimiento. El segundo paso en la entrada de datos (Stage 2) suministra toda la información que no puede ser capturado de forma fiable desde un teclado electrónico. Esto incluye indicaciones para ritmo, dinámica y articulación.

El juicio humano se aplica en el Stage 2. Así, cuando el movimiento del cuarteto de cuerdas citado anteriormente se convierte a la Stage 2, las tres secciones métricas para cada instrumento capturado desde la entrada del teclado se encadenará en un movimiento cada uno. El movimiento tendrá ahora cuatro archivos de datos (uno para Violín 1, otro para Violín 2, Viola, Violonchelo).

El juicio humano también proporciona correcciones y anotaciones a los datos. Algunos tipos de errores (por ejemplo, medidas incompletas) deben corregirse y así consiguen tener sentido para el usuario. Los asuntos que son más discrecionales (tales como alteraciones opcionales de los ornamentos o accidentes) por lo general no se modifica. Las decisiones discrecionales se anotan en archivos que permiten marcas editoriales.

4.1.2 La representación MuseData de información musical

El propósito de la sintaxis MuseData es representar el contenido lógico de una pieza musical de una modo neutral. El código se utiliza actualmente en la construcción de bases de datos de texto completo de música de varios compositores, J.S. Bach, Beethoven, Corelli, Handel, Haydn, Mozart, Telemann y Vivaldi. Se pretende que estas bases de datos de texto completo se utilicen para la impresión de música, análisis musical y producción de archivos de sonido digitales.

Aunque el código MuseData está destinado a ser genérico, se han desarrollado piezas de software de diversos tipos con el fin de probar su eficacia. Las aplicaciones MuseData pueden imprimir resultados y partes para ser utilizadas por editores profesionales de música, así como también compilar archivos MIDI (que se pueden utilizar con secuenciadores estándar) y facilitar las búsquedas rápidas de los datos de patrones rítmicos, melódicos y armónicos específicos.

La sintaxis MuseData está diseñada para representar tanto información de notación como de sonido, pero en ambos casos no se pretende que la representación esté completa. Eso prevé que los registros MuseData servirían como archivos de origen para generar tanto documentos gráficos (específicamente de página) y archivos de performance MIDI, que podrían editarse como el usuario lo crea conveniente. Las razones de esta postura son dos:

- Cuando se codifica una obra musical, no es la partitura sino el contenido lógico de la partitura lo que codifica. Codificar la puntuación significaría codificar la posición exacta de cada nota en la página; pero nuestra opinión es que tal codificación realmente contendría más información que la que el compositor pretende transmitir.

- No se puede anticipar todos los usos a los cuales podrían darse estos datos, pero se puede estar bastante seguro de que cada usuario tendrá sus propias necesidades especiales y preferencias. Por lo tanto, no tiene sentido tratar de codificar información acerca de cómo debe verse una realización gráfica de los datos o cómo sonido que estos datos representan debe sonar.

Por otro lado, a veces puede ser útil hacer sugerencias sobre cómo los gráficos y el sonido deben ser realizados. Lo importante es identificar las sugerencias como un tipo de datos independiente, que puede ser fácilmente ignorado por software de aplicación o despojado enteramente de los datos. MuseData software usa estas sugerencias de impresión y sonido en el proceso de generación de documentos de partitura y archivos MIDI.

4.2 Humdrum

David Huron creó Humdrum¹⁴ en los años 80, y se ha utilizado constantemente por décadas. Humdrum es un conjunto de herramientas de línea de comandos que facilita el análisis, así como una sintaxis generalizada para representar secuencias de datos. Debido a que es un conjunto de herramientas de línea de comandos, es el lenguaje de programa agnóstico. Muchos han empleado herramientas de Humdrum en secuencias de comandos más grandes que utilizan PERL, Ruby, Python, Bash, LISP y C++.

4.2.1 Representación

En primer lugar, Humdrum define una sintaxis para representar información discreta como una serie de registros en un archivo de computadora.

- Su definición permite que se codifiquen muchos tipos de información.
- El esquema esencial utilizado en la base de datos CCARH para la altura y la duración musical es sólo uno de un conjunto abierto.
- Algunos otros esquemas pueden ser aumentados por gramáticas definidas por el usuario para tareas de investigación.

4.2.2 Manipulación

Segundo, está el conjunto de comandos, el Humdrum Toolkit, diseñado para manipular archivos que se ajusten a la sintaxis Humdrum en el campo de la investigación asistida por ordenador en la música.

El énfasis está en **asistido**:

- Humdrum no posee facultades analíticas de nivel superior per se.

¹⁴Wild (1996)

- Más bien, *su poder deriva de la flexibilidad de su kit de elementos, utilizados en combinación* para explotar plenamente el potencial del sistema.

4.2.3 De la experiencia a la apreciación

Apreciación de todo el potencial de Humdrum es definitivamente a partir de la experiencia. En palabras de David Huron:

Cualquier conjunto de herramientas requiere el desarrollo de una experiencia concomitante, y Humdrum Toolkit no es una excepción. Espero que la inversión de el tiempo requerido para aprender a usar Humdrum será más que compensado por ganancias académicas posteriores.

Los usuarios de Humdrum hasta ahora han tendido a trabajar en la percepción de la música o etnomusicología, mientras que los teóricos y los musicólogos historiadores han sido lentos para reconocer el potencial del sistema.

4.2.4 CLI vs GUI

Humdrum u otros sistemas como él ofrecen los recursos para una marcar un paradigma para la investigación musical.

El tedio de recopilar pruebas sólidas que apoyen las propias teorías pueden ser aliviadas por la automatización, y cuanto mayor sea la cantidad de música examinada mayor será el rigor de la prueba de las hipótesis.

Sin embargo, la desafortunada posibilidad es que muchos de los musicólogos y teóricos que se benefician de una pequeña intuición asistida por la máquina es probable que sean repelidos por la interfaz totalmente basada en texto de Humdrum.

Aunque en el análisis final los comandos estilo UNIX son seguramente más flexibles y eficientes que una interfaz gráfica “amigable”, pueden parecer intimidantes para no programadores, muchos de los cuales pueden ser disuadidos de hacer uso de un herramienta de otra manera valiosa.

Independientemente de que los teóricos de la música decidan o no aumentar su invaluable intuición musical con valiosas pruebas empíricas, los resultados basados en las cantidades máximas de datos pertinentes será un factor en la evolución de nuestra disciplina.

4.3 MusicXML

MusicXML¹⁵ fue diseñado desde cero para compartir archivos de música entre aplicaciones y para archivar registros de música para uso en el futuro. Se puede

¹⁵Good (2001)

contar con archivos de MusicXML que son legibles y utilizables por una amplia gama de notaciones musicales, ahora y en el futuro. MusicXML complementa a los formatos de archivo utilizados por Finale y otros programas.

MusicXML se pretende un estándar para compartir partituras interactivas, dado que facilita crear música en un programa y exportar sus resultados a otros programas. Al momento más de 220 aplicaciones incluyen compatibilidad con MusicXML.

4.4 Music Markup Language

El Lenguaje de Marcado de Música (MML)¹⁶ es un intento de marcar objetos y eventos de música con un lenguaje basado en XML. La marcación de estos objetos debería permitir gestionar la música documentos para diversos fines, desde la teoría musical y la notación hasta rendimiento práctico. Este proyecto no está completo y está en progreso. El primer borrador de una posible DTD está disponible y se ofrecen algunos ejemplos de piezas de música marcadas con MML.

El enfoque es modular. Muchos módulos aún están incompletos y necesitan más investigación y atención.

Si una pieza musical está serializada usando MML puede ser entregada en al menos los siguientes formatos:

- Texto: representación de notas como, por ejemplo, piano-roll (como el que se encuentra en el software del secuenciador de computadora)
- Common Western Notation: Notación musical occidental en pantalla o en papel
- MIDI-device: MML hace posible “secuenciar” una pieza de música sin tener que usar software especial. Así que cualquier persona con un editor de texto debe ser capaz de secuenciar la música de esta manera.

4.5 Flocking

Flocking¹⁷ es un framework, escrito en JavaScript, para la composición de música por computadora que aprovecha las tecnologías e ideas existentes para crear un sistema robusto, flexible y expresivo. Flocking combina el patrón generador de unidades de muchos idiomas de música de computadora con tecnologías Web Audio para permitir a los usuarios interactuar con sitios Web existentes y potenciales tecnologías. Los usuarios interactúan con Flocking usando un estilo declarativo de programación.

¹⁶Steyn (2001)

¹⁷Clark y Tindale (2014)

El objetivo de Flocking es permitir el crecimiento de un ecosistema de herramientas que puedan analizar y entender fácilmente la lógica y la semántica de los instrumentos digitales representando de forma declarativa los pilares básicos de síntesis de audio. Esto es particularmente útil para soportar la composición generativa (donde los programas generan nuevos instrumentos y puntajes de forma algorítmica), herramientas gráficas (para que programadores y no programadores colaboren), y nuevos modos de programación social que permiten a los músicos adaptar, ampliar y volver a trabajar fácilmente en instrumentos existentes.

4.5.1 Como funciona Flocking

El núcleo del framework Flocking consiste en varios componentes interconectados que proporcionan la capacidad esencial de interpretar e instanciar generadores de unidades, producir flujos de muestras y programar procesos. Los principales componentes de Flocking incluyen:

1. el *Intérprete Flocking*, que analiza e instancia sintetizadores, generadores de unidad y buffers
2. el *Ecosistema*, que representa el audio general y su configuración
3. *Audio Strategies*, que son las salidas de audio conectables (vinculados a los backends como la API de audio web o ALSA en Node.js)
4. *Unit Generators* (ugens), que son funciones primitivas generadoras de las muestras utilizadas para producir sonido
5. *Synths* (sintetizadores) que representan instrumentos y colecciones en la lógica de generación de señales
6. el *Scheduler* (programador ó secuenciador), que gestiona el cambio secuencial (basado en el tiempo) eventos en un sintetizador

4.5.2 Programación declarativa

Arriba, se describió Flocking como un marco **declarativo**. Esta característica es esencial para comprender su diseño. La programación declarativa se puede entender en el contexto de Flocking por dos aspectos esenciales:

1. enfatiza una visión semántica de alto nivel de la lógica y estructura de un programa
2. representa los programas como estructuras de datos que pueden ser entendido por otros programas.

El énfasis aquí es sobre los aspectos lógicos o semánticos de la computación, en vez de en la secuenciación de bajo nivel y el flujo de control. Tradicionalmente los estilos de programación imperativos suelen estar destinados solo para el

compilador. Aunque el código es a menudo compartido entre varios desarrolladores, no suele ser comprendidos o manipulados por programas distintos a los compiladores.

Por el contrario, la programación declarativa implica la capacidad de escribir programas que están representados en un formato que pueden ser procesados por otros programas como datos ordinarios. La familia de lenguajes Lisp es un ejemplo bien conocido de este enfoque. Paul Graham describe la naturaleza declarativa de Lisp, expresando que “no tiene sintaxis. Escribes programas en árboles de análisis... [que] son totalmente accesibles a tus programas. Puedes escribir programas que los manipulen... programas que escriben programas”.¹⁸ Aunque Flocking está escrito en JavaScript, comparte con Lisp el enfoque expresar programas dentro de estructuras de datos que estén disponibles para su manipulación por otros programas.

¹⁸Graham (2001)

5 Metodología

5.1 Hipótesis de trabajo

El entorno de producción musical que se pretende establecer estará principalmente integrando por:

El estandar YAML¹⁹ como opción para serializar las definiciones de cada parte instrumental.

La rutina de instrucciones principales será interpretada en el lenguaje Python²⁰ (en su ultima versión estable). Esta pieza de software estará basada en otros dos desarrollos: el módulo “*pyyaml*”²¹ para analizar la información serializada, en combinación con la librería “*music21*”²² que asistirá en las tareas de musicología. Además se incorporan algunos módulos de la “*Librería Estandar*”,²³ mientras que la documentación se generará con “*sphinx*”.²⁴

El editor de texto preferido para toda la actividad será VIM;²⁵ durante el desarrollo las versiones se controlarán con el sistema GIT²⁶ y el repositorio del proyecto se almacenará en un espacio online proveído por algún servicio del tipo GitLab.

¹⁹Varios (2018c)

²⁰Rossum (2018)

²¹Varios (2018a)

²²Cuthbert (2018)

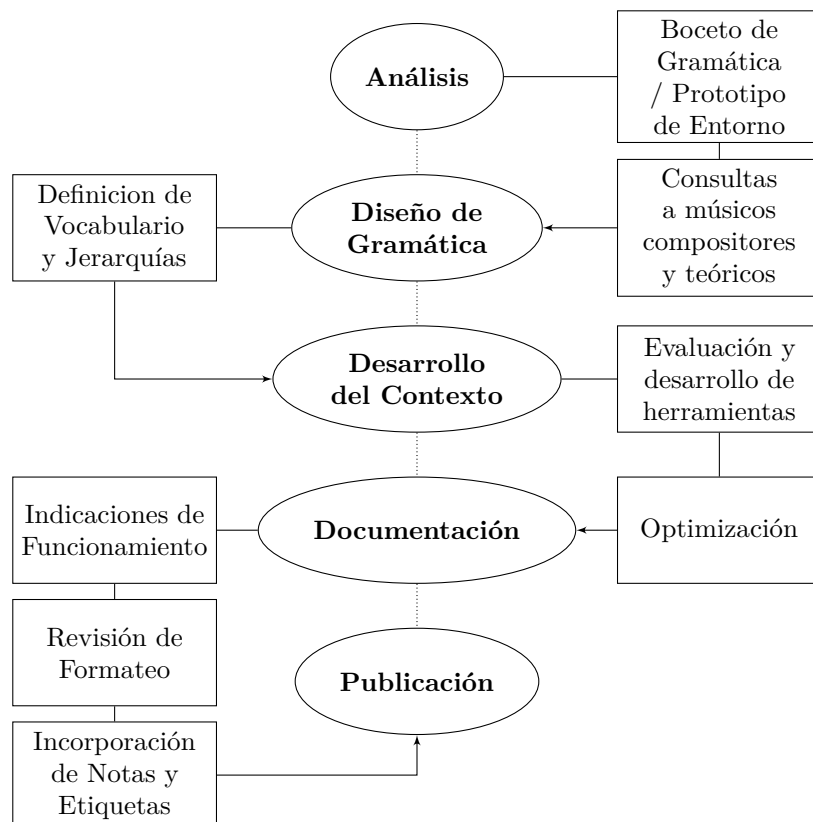
²³Varios (2018b)

²⁴Brandl y Sphinx team (2018)

²⁵Moolenaar (2018)

²⁶Torvalds (2018)

5.2 Actividades de investigación



6 Cronograma de Trabajo

	Tiempo estipulado	Fechas tentativas
Boceto de gramática	6 semanas	Septiembre y octubre del 2018
Prototipo de entorno	6 semanas	Octubre y noviembre del 2018
Entrevistas y consultas	4 semanas	Diciembre del 2018
Definición de gramática	8 semanas	Enero y febrero del 2019
Desarrollo de contexto	8 semanas	Marzo y abril del 2019
Pruebas y optimización	4 semanas	Mayo del 2019
Documentación	6 semanas	Julio y agosto del 2019

7 Bibliografía

- BRANDL, G. y SPHINX TEAM, 2018. Python Documentation Generator. [en línea]. Disponible en: <https://sphinx-doc.org/en/master>.
- CLARK, C. y TINDALE, A., 2014. Flocking: A Framework for Declarative Music-Making on the Web. *The Joint Proceedings of the ICMC and SMC*, vol. 1, no. 1, pp. 50-57.
- COOMBS, J.H., RENEAR, A.H. y DE ROSE, S.J., 1987. Markup Systems and the Future of Scholarly Text Processing. *Communications of the ACM* [en línea], vol. 30, no. 11, pp. 933-47. DOI 10.1145/32206.32209. Disponible en: <http://www.xml.coverpages.org/coombs.html>.
- CUTHBERT, M.S., 2018. music21: a toolkit for computer-aided musicology. [en línea]. Disponible en: <http://web.mit.edu/music21>.
- GOOD, M., 2001. MusicXML: An Internet-Friendly Format for Sheet Music. *Proceedings of XML* [en línea], Disponible en: <http://michaelgood.info/publications/music/musicxml-an-internet-friendly-format-for-sheet-music/>.
- GRAHAM, P., 2001. *Beating the Averages* [en línea]. 2001. Estados Unidos: Franz Developer Symposium; www.paulgraham.com. Disponible en: <http://www.paulgraham.com/avg.html>.
- GRELA, D., 1992. *Análisis Musical: Una Propuesta Metodológica*. 1992. Rosario, Santa Fe, Argentina: Facultad de Humanidades y Artes. SERIE 5: La música en el Tiempo. N°1.
- HUNT, A. y THOMAS, D., 1999. *The Pragmatic Programmer: From Journeyman to Master*. S.l.: The Pragmatic Bookshelf. ISBN 9780201616224.
- KERNIGHAN, B.W. y PLAGUER, P.J., 1978. *The Elements Of Programming Style*. Estados Unidos: McGraw-Hill Book Company. ISBN 9780070342071.
- LEEK, J., 2017. The future of education is plain text. [en línea]. Disponible en: <https://simplystatistics.org/2017/06/13/the-future-of-education-is-plain-text>.
- LERDAHL, F. y JACKENDOF, R., 1996. *A Generative Theory of Tonal Music*. Estados Unidos: The MIT Press. ISBN 026262107X.
- MOOLENAAR, B., 2000. Seven habits of effective text editing. [en línea]. Disponible en: <http://moolenaar.net/habits.html>.
- MOOLENAAR, B., 2018. VIM. [en línea]. Disponible en: <https://www.vim.org/docs.php>.
- PENFOLD, R.A., 1992. *Advanced MIDI Users Guide*. United Kingdom: PC Publishing. ISBN 978-1870775397.
- RAYMOND, E.S., 1997. *The Cathedral and the Bazaar*. 1997. Estados Unidos: Linux Kongress; O'Reilly Media.

- RAYMOND, E.S., 1999. *The Art of UNIX Programming*. Estados Unidos: Addison-Wesley Professional. ISBN 978-0131429017.
- ROSSUM, G.V., 2018. Python 3.7. [en línea]. Disponible en: <https://docs.python.org/3/>.
- SELFRIDGE-FIELD, E., 1997. *Beyond MIDI: The Handbok of Musical Codes*. Estados Unidos: The MIT Press. ISBN 9780262193948.
- STEYN, J., 2001. Music Markup Language. [en línea]. Disponible en: <https://steyn.pro/mml>.
- TORVALDS, L., 2018. GIT. [en línea]. Disponible en: <https://git-scm.com/docs>.
- VARIOS, A., 2001. ¿Que es el Software Libre? [en línea]. Disponible en: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>.
- VARIOS, A., 2018a. PyYAML is a full-featured YAML framework for the Python programming language. [en línea]. Disponible en: <https://pyyaml.org/>.
- VARIOS, A., 2018b. The Pyhton Standar Library. [en línea]. Disponible en: <https://docs.python.org/3/library/index.html>.
- VARIOS, A., 2018c. YAML Ain't Markup Language. [en línea]. Disponible en: <http://yaml.org/>.
- WILD, J., 1996. A Review of the Humdrum Toolkit: UNIX Tools for Musical Research, created by David Huron. *Music Theory Online*, vol. 2, no. 7.
- YZAGUIRRE, G., 2016. Manifiesto del Laboratorio de Software Libre. [en línea]. Disponible en: https://labsl.multimediales.com.ar/Manifiesto_del_Laboratorio_de_Software_Libre_.html.