

MÚSICA Y TECNOLOGÍA: TALLER PARA LA INTEGRACIÓN DE LAS TIC EN EL AULA DE EDUCACIÓN MUSICAL

Tomás Thayer Morel*

RESUMEN

El proyecto de investigación sobre TIC aplicadas en Educación Musical denominado *Taller de las TIC Musicales*, permitió desarrollar actividades basadas en la aplicación práctica de un entorno de programación orientado al objeto que permitió, la manipulación y aplicación interactiva de recursos de Audio Digital, MIDI, procesamiento de señales y control en tiempo real. Lo anterior posibilita a los estudiantes a manipular variables sonoras y musicales a través de interfaces gráficas o gestuales, desarrolladas a partir del lenguaje *Pure Data (Pd)*. Nuestra propuesta, se construye a partir de Pd, él que constituye la herramienta articuladora de la metodología que se presenta en el presente artículo.

Palabras clave: Informática Musical, Electroacústica, sonido digital, computermusic, competencias musicales, currículo de educación musical

ABSTRACT

This research project called "ICT-Mus workshop" which applied ICT (Information and Communication Technologies) to the subject of Musical Education facilitated the development of activities bases on the practical application of object oriented programming. It allowed the manipulation and interactive application of Digital Audio resources, MIDI, live signal processing and controlling. This gave the students the chance to manipulate sound and musical variables through graphic or gesture interface, developed from the Pure Data (Pd) language. Our proposal, based on Pd, is the base of the methodology presented in this article.

Keywords: Musical IT, computermusic, musical competence, musical education curriculum

Recibido: 21 de enero de 2012

Aceptado: 7 de mayo de 2012

* Licenciado en Música (U. de Chile). Magíster en Educación c/m en Informática Educativa (U. de Chile). Diplomado en Educación Emocional (UNESCO, 2003) y Diplomado en Pedagogía Virtual (UMCE - Universidad de Lund). Departamento de Educación Musical, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, tomasthayer@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación cobran cada día mayor importancia en todos los ámbitos de la vida cotidiana. En particular, en el ámbito educativo, diversas propuestas metodológicas se implementan cada día, con objeto de fomentar el uso de estas tecnologías como un valioso soporte y complemento de la actividad docente. Sin embargo, estas aplicaciones no son lo suficientemente generalizadas y todavía se observan muchas carencias en nuestro sistema educacional. En nuestro caso, el actual currículo de Licenciatura en Educación y Pedagogía en Educación Musical muestra insuficientes iniciativas de investigación aplicadas en mejorar la integración tecnológica a la docencia y por esta razón muchas iniciativas de infraestructura y desarrollo no son suficientes para articular acciones de adaptación o integración curricular de las *Tecnologías de Información y Comunicaciones desarrolladas para el campo Musical*, (en adelante *TIC-Mus*). Muchas de estas tecnologías facilitan, optimizan y permiten profundizar en diversos tópicos del campo musical como en el estudio de la teoría musical, la interpretación musical, la creación y producción de música, entrenamiento auditivo, edición e impresión de partituras, y en general en actividades y producciones artísticas que requieren de integración de innovación tecnológica y recursos multimedia. Actualmente es común ver a académicos y estudiantes haciendo uso de estas herramientas. Sin embargo, las TIC-Mus no forman parte integrado del curriculum de formación de profesorado. Esta situación, además, aleja las posibilidades laborales de los futuros docentes de Educación Musical, que podrían poseer estas competencias para crear u operar servicios y recursos, que requieren tecnología musical. Como profesor de la asignatura Tecnología e Informática Musical, ha sido posible observar que muchos estudiantes desconocen el significado original y alcance de la "Informática Musical" y los campos transversales que vincula. En consecuencia, nuestra motivación nace de la ausencia de una metodología de integración de las TIC-MUS al currículo. El resultado de esta iniciativa fue la elaboración de un material de apoyo didáctico para la docencia en Tecnología e Informática Musical que nos permitió implementar una metodología de enseñanza y autoaprendizaje centrada en la práctica interactiva con prototipos funcionales o simuladores sonoros interactivos SMI, que pueden facilitar la apropiación de competencias musicales.

1. EL CURRÍCULO DE EDUCACIÓN MUSICAL

Hoy en día se debe reconocer que la educación musical en Chile no se ha actualizado y, por lo tanto, nos cuesta visualizar los profundos cambios que han impactado a la sociedad de la información y el conocimiento. En esta línea, podemos afirmar que el uso de tecnología no ha permeado el enfoque universalista-europeo del currículo de educación musical. En Chile esta situación, con variaciones, se repite en otras instituciones que imparten Educación Musical y que poco a poco se han transformado en lo que Giddens (2000) definió como una *institución concha*, es decir, una organización donde dentro de sus cuatro paredes decide el currículo, sin adaptarse a los cambios político-económicos y tecnológicos que se generan en la sociedad. En Chile, la reforma universitaria del año 1981 transformó la educación en un

producto de mercado y desde ese momento los modelos de pedagogía en educación musical tradicionales no se sustentan económicamente, básicamente por la relación uno a uno que implica la enseñanza de instrumentos musicales, característico del modelo clásico de conservatorio europeo. Por esta misma razón, creemos que las actuales asignaturas curriculares no son aptas o suficientes para desencadenar procesos de aprendizaje, integración o creación con recursos tecnológicos o informáticos. Esta realidad contrasta con nuestro entorno, donde observamos como recursos de audio digital y tecnología musical, son elementos cotidianos en la vida de muchos niños, jóvenes y adultos.

En este ambiente, el rol que puede tener el docente que integra los recursos tecnológicos e Internet sería clave si se transforma en un facilitador informado de fuentes de información desde donde se pueda acceder a recursos y contenidos culturales y científicos en formato digital. El docente de hoy debiera guiar el acceso a fuentes fidedignas de conocimiento y obras de arte musical, entre otras. Naturalmente, esta iniciativa también implica capacitación, infraestructura y conectividad en los establecimientos educacionales, de modo que el docente y el estudiante puedan acceder a aquellos contenidos relevantes, que de otra manera permanecerían dispersos en la red para ellos mismos. Es en este escenario que nuestro proyecto propone la *Integración de las TIC en el currículo de música (TIC-Mus) adoptando el modelo por competencias del programa de educación musical francés¹* (2008),

Nuestro modelo categoriza las competencias musicales, considerando que la educación musical es un proceso gradual de percepción, desde niño y durante todo el desarrollo escolar y adulto. El estudiante aprende a través de su experiencia, acompañado de prácticas guiadas, logrando paulatinamente desarrollar y perfeccionar la percepción y apreciación sonora, ampliando su ámbito de relaciones disciplinares y penetrando otros currículos transversales, e incluso científicos. El presente trabajo intenta mostrar algunos aspectos relevantes de dicho proyecto, especialmente la puesta en marcha de un taller experimental de integración de las TIC-Mus en la formación inicial docente para estudiantes de Educación Musical, sobre la base de la *Metodología de Proyectos*, con el uso de simuladores sonoros interactivos SMI.

2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

La investigación se apoya en los planteamientos de la *Metodología de Acción con Simuladores* (Araya 2001) que expone, respecto a la aplicación de simuladores en el aprendizaje de la matemática, que el proceso de modelamiento y simulación obliga y permite observar un conocimiento más profundo del fenómeno del aprendizaje². El autor señala que construir un simulador no sólo es un excelente ejercicio que obliga a hacer explícitos todos los componentes

1 *Bulletin Officiel Spécial* N° 6 du 28 aout 2008.

2 Araya,R.,(2001) ¿Qué significa comprender una idea matemática? En: *Revista La Educ@ción OEA*, XLV-XLVII (pg. 136–138).

y mecanismos que permitan explicar un fenómeno, sino que nos asegura que al menos todos esos elementos sean efectivamente suficientes para generar algunos aspectos esenciales del fenómeno. Considerando lo anterior, esta metodología se desarrolló mediante el *Taller Experimental de TIC-Mus* que intenta aplicar las Tecnologías de Audio Digital en la formación inicial docente de los futuros profesores de Música.

Otra perspectiva, implícita en nuestra propuesta, se sustenta en el principio de *invención*, descrito como el *paradigma de la penetración de las tecnologías* (Castells, 1997). Bajo esta mirada implementamos, a través de una *metodología de acción*, el uso e integración de *programación computacional gráfica –paradigma de la programación orientada al objeto P.O.O.* Para implementar la construcción de esta propuesta metodológica *basada en simuladores*, elegimos como herramienta de desarrollo, el entorno de programación multimedia Pure Data, implementada desde 1997 por Miller Puckette. (*Pd*). *Pd* ha demostrado ser una herramienta óptima para desarrollar mediadores didácticos construyendo prototipos y pilotos que facilitan la representación de conceptos concretos o abstractos, permitiendo desarrollar interfaces para la manipulación e interacción de diversos algoritmos de acción y feedback, así como desarrollar funciones interactivas con argumentos sonoros o multimediales. Con *Pd*, podemos prototipar entornos virtuales para diversas situaciones pedagógicas y disciplinas transversalmente. Estamos convencidos que exponer a estudiantes a la *interacción* de variables y parámetros fundamentales del sonido, facilita la comprensión del fenómeno auditivo.

Por otra parte, tomamos como base teórica musical de nuestra propuesta el modelo francés de educación musical que clasifica 7 dominios del sonido y la música. En él se describen minuciosamente las habilidades y competencias musicales, los que debieran ser aprendidos y dominados por los estudiantes durante su período escolar. Estos dominios afectan al gesto y la voz, el timbre y el espacio, la dinámica, la tiempo y el ritmo, lo melódico y lo armónico, la forma y los estilos musicales.

3. INTEGRACIÓN DE LA “METODOLOGÍA DE PROYECTOS CON USO DE SIMULADRES”

El método de proyectos utilizado en nuestra investigación surge de la construcción social y cultural del conocimiento, es decir el constructivismo. El aprendizaje surge donde los estudiantes (o bien docentes y/o estudiantes de formación inicial) toman la responsabilidad de su propio aprendizaje. Las actividades se diseñan de manera que el estudiante aplique las habilidades y conocimientos adquiridos en talleres TIC-Mus en situaciones didácticas, donde sea expuesto a la resolución de problemas, los que para efectos de esta iniciativa son aplicados a través de proyectos multimediales, desarrollando actividades guiadas mediante invenciones sonoras interactivas.

Se adoptó este modelo de enseñanza, los planteamientos de la pedagogía de Piaget, Ausubel y Vigotsky, que considera el aprendizaje como resultado de una construcción que

realiza la persona cuando actúa sobre el objeto que pretende aprehender. Este proceso implica un cambio mental que se produce desde una situación inicial, hacia un nuevo estado cognitivo y constituye un verdadero proceso dialéctico, donde los desequilibrios provocados por las nuevas construcciones cognitivas son la base y fundamento de los aprendizajes posteriores. En esta dinámica de conocimiento hay que tener en cuenta el nivel de desarrollo cognitivo de la persona, el nivel de aprendizajes que tiene consolidados y las condiciones favorables al proceso de cambio cognitivo, facilitando o no su desarrollo. (Castillo I. Carbonell, 2006).

Por su parte, el desarrollo de proyectos, así como de solución de problemas, se derivaron de la filosofía pragmática³ que establece que los conceptos son entendidos a través de las consecuencias observables y que el aprendizaje implica el contacto directo con las cosas. Con esta lógica, los estudiantes buscan soluciones y estrategias a los problemas presentados mediante de guías de programación en *Pdo* prototipos funcionales que refuerzan o desarrollan las destrezas mejor instaladas y también desarrolla otras nuevas. La práctica de resolución de problemas se materializa por medio de la formulación de interrogantes y su focalización, el debate de ideas, realización de predicciones, diseño de planes de intervención y/o experimentación, recogida y análisis de datos, comunicación de descubrimientos y resultados, formulación de nuevas preguntas, o creación de artefactos (Blumenfeld, 1991). Asimismo, el diseño y la metodología del proyecto aquí presentado intenta aplicar lo que (Castells, 1997) llama *etapa de creación (invención) de tecnologías*, la cual implica transferencias de conocimientos desde el dominio de la programación gráfica y modular, al control y manipulación de parámetros de fenómenos físicos del sonido.

Este espacio de “performance didáctica” de una situación de aprendizaje y demostración hemos llamado “Taller de las TIC Musicales”, inspirándonos en los planteamientos de la Teoría de las Situaciones didácticas descrita por G. Brousseau (1997).

Nuestra propuesta metodológica es aplicable mediante el *uso de simuladores Interactivos*, pues se han convertido en una herramienta eficaz para mejorar la comprensión y el aprendizaje de temas complejos de materias como las matemáticas, física, estadística, ciencias naturales y en todas las áreas de la música y sus procesos formativos: creación, producción, ejecución e interpretación musical. Hoy se dispone de múltiples representaciones y simulaciones en el campo musical a las que se puede acceder para editar y representar digitalmente partituras, sonidos o procesos de conversión análogos digitales completos, lo que permite a los estudiantes probar, manipular y descubrir cómo funciona o cómo se comporta un fenómeno musical, qué lo afecta y qué consecuencias tiene modificar alguno de sus elementos. El uso de este tipo de herramienta educativa permite manipular diversos modelos físicos o acústicos y estilos musicales, ampliando las posibilidades de aplicación, comprensión y experimentación sonora por parte de los estudiantes y docentes. Por este motivo, el proyecto intentó desarrollar prototipos

3 El *pragmatismo* es una escuela filosófica creada en los Estados Unidos a finales del siglo XIX por Charles Sanders Peirce, John Dewey y William James.

funcionales o *simuladores-musicales-interactivos (SMI)* que buscan reforzar los conocimientos y competencias necesarias para que los estudiantes logren una mayor comprensión en el uso, manipulación y aplicación de los parámetros sonoros y en consecuencia mejoren el dominio de competencias musicales directamente articuladas.

3.1. Actividades interactivas basadas en Competencias Musicales

Para guiar el desarrollo de prototipos funcionales e implementar actividades para una clase, proponemos como primer paso conocer y evaluar las competencias musicales de los estudiantes, usando el modelo musical francés (2008) :⁴

	Dominio del gesto (inclusive instrumental) y de la voz: El alumno aprende a movilizar su cuerpo para Expresarse con: a) componentes y funcionamiento de la voz (respiración, emisión, resonancia, cuerpo); b) sensaciones que se relacionan; c) exigencia de una postura corporal; Componentes y funcionamiento de la voz (respiración, emisión, resonancia, cuerpo).
	De la voz hablada: voces, gritos, palabras, murmullos, llantos, voz no hablada, susurro, silbidos, parloteos, juego con los parámetros del sonido, altura, timbre, Ddensidad sonora (coros), dinámica, espacio, dispersión.
	Voz cantada: Afinación, modulación, impostación de la voz, Dominio de la altura, la dinámica, el timbre, en contextos polifónicos, de voz principal, secundaria, desarrollo de la tesitura, coloratura, timbre homogéneo al grupo, articulación, expresión en función de una intensión, fraseo, responsabilidad vocal frente al grupo. 3.1. Gesto Instrumental Complementario: a) vivencias internamente la pulsación y el ritmo de la música; b) dominio del movimiento en función de la intensión; c) idoneidad y exigencia necesaria para la producción de una obra; d) adaptación al rol y juego dentro de un proyecto musical; e) trabajo autónomo complementado con el musical.
	Dominio de la dinámica. Los materiales y sus características: a) ruido-sonido; b) intensidad del sonido e intensidad del gesto; c) diferentes matices, <i>piannissimo</i> a <i>fortissimo</i> ; d) progresión de intensidad <i>crescendo- decrescendo</i> ; e) acento estable o contraste; f) acentuación; g) diversidad de modos de tocar; h) densidad sonora : de una o varias fuentes sonoras; i) música acústica o amplificada.
	Dominio del timbre y del espacio. Materiales y sus características: a) clasificación sonora, ruidos , músicas, sonidos , frecuencias, vibraciones; b) registro de los sonidos y de la altura; c) la envolvente del sonido (ataque, sostenimiento y caída); d) riqueza armónica o espectro armónico; e) densidad sonora (desde un solista a la formación en coro, orquesta o música mixta); f) cualidad de la textura musical: monódica, polifónica, contrapuntística, armónica, melodía acompañada; g) riqueza timbrística y reconocimiento de los instrumentos folklóricos, de la orquesta clásica y de otras culturas; h) discriminación de sonidos naturales, producidos por el hombre o sintéticos; i) distinción de instrumentos virtuales o de síntesis análoga o virtual.
	Dominio del tiempo y el ritmo. Materiales y sus características. Tiempo sin pulso (Alap hindú); pulsación; tempo; duración y resolución rítmica; tiempos fuertes y débiles; tiempos binarios y ternarios; fórmulas rítmicas simples y complejas.

4 Nuestra traducción.

	<p>Dominio de lo melódico y de lo armónico. Materiales y sus características. De lo sucesivo: serie de sonidos conjuntos, dis-conjuntos; repetición de un motivo simple rítmico o melódico; característica suspensiva o conclusiva; de lo simultáneo: acordes, notas agregadas, clusters; planos sonoros y funciones musicales; polifonía, polirritmia, heterfonía; elementos que se mezclan, modulan o combinan: ostinatos, bases, paterna; variaciones de un motivo, imitación; acumulación y desarrollo; funciones armónicas, melódicas acompañada; organización del lenguaje de manera sucesiva o simultánea: por trabajo temático, por las tensiones armónicas, cadencias, organización tonal, modal, atonal, superposiciones diversas; puntuaciones de diversas naturalezas.</p>
	<p>Dominio de la forma. De las señales: alternancia de lo continuo y de lo interrumpido o aleatorio; cambios por contraste de diferente naturaleza (melódicas, rítmicas, armónicas, dinámicas, de timbre); progresiones, por grados, de la altura, dinámica, timbre, espacio, etc.; de marcas recurrentes; rondo; organización del tiempo de la obra: a) instalación de un orden (partes, temas, motivos); b) instalación de relaciones (idénticas, diferentes <i>ressemblance</i>, diferentes contrastes); c) organización del tratamiento (repetición, citación, variación, desarrollo); d) elementos que se combinan para construir la forma musical; e) por adición (estrófica o refrán); f) por repetición (ABA, rondo, etc.); g) por variación de bajo ostinato, por el tema, por las funciones armónicas; h) combinación aleatoria, improvisación; i) argumentos extramusicales o programáticos.</p>
	<p>Dominio de los estilos musicales. De los gestos recurrentes: comparar una música con otra; memorizar constantes musicales; identificar evoluciones y cambios; relacionar música de origen social de músicas de origen geográfico; estilos que surgen de: su función, de los usos, de su lugar en la sociedad del contexto. Distinguir: la música popular de la música erudita o docta; la música sacra de la música profana; la música circunstancial (fiestas, ceremonias, homenajes, conmemoraciones); la música de acompañamiento de la imagen (cine, audiovisual, multimedia); la música de consumo (publicidad en todas sus formas); la música pura; la música al servicio del movimiento (danza, ballet); la música en diferentes arreglos o interpretaciones; la música narrativa o descriptiva. Asimismo, se debe distinguir entre la música electrónica popular y electroacústica (generación de composición con medios electrónicos): otros campos sonoro-musicales o mixtos, interactivos, aleatorios, ambientales de drone que surgen de la síntesis de sonido digital y concreto (<i>simple</i>); procesamiento y generación electrónica en tiempo real de sonido. Según su ubicación geográfica: la música occidental de la no occidental; música de las regiones de Chile y de todas las naciones; música de diferentes estilos de los distintos continentes o países (Asia, África, India, Australia); música de <i>collage</i>, uso de mezclas o yuxtaposiciones musicales; música de mestizaje.</p>

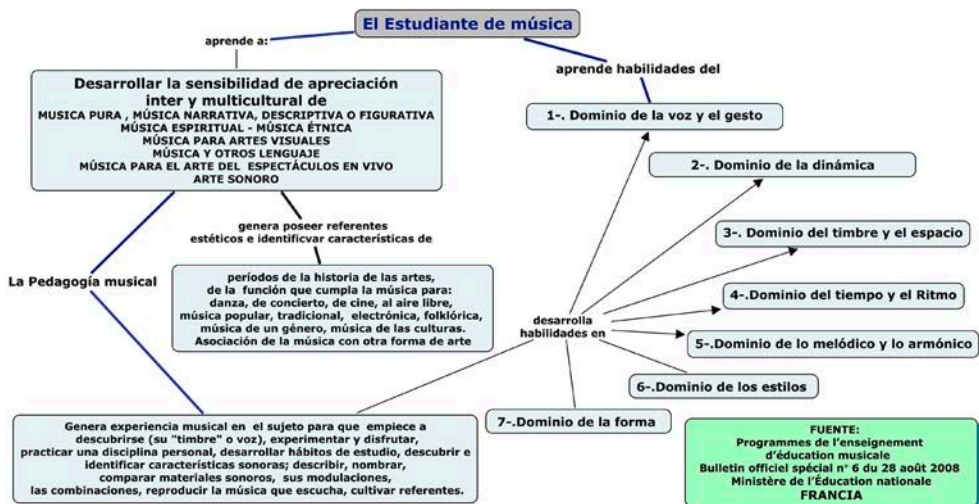


Figura N°1: Dominios por competencias de la educación musical

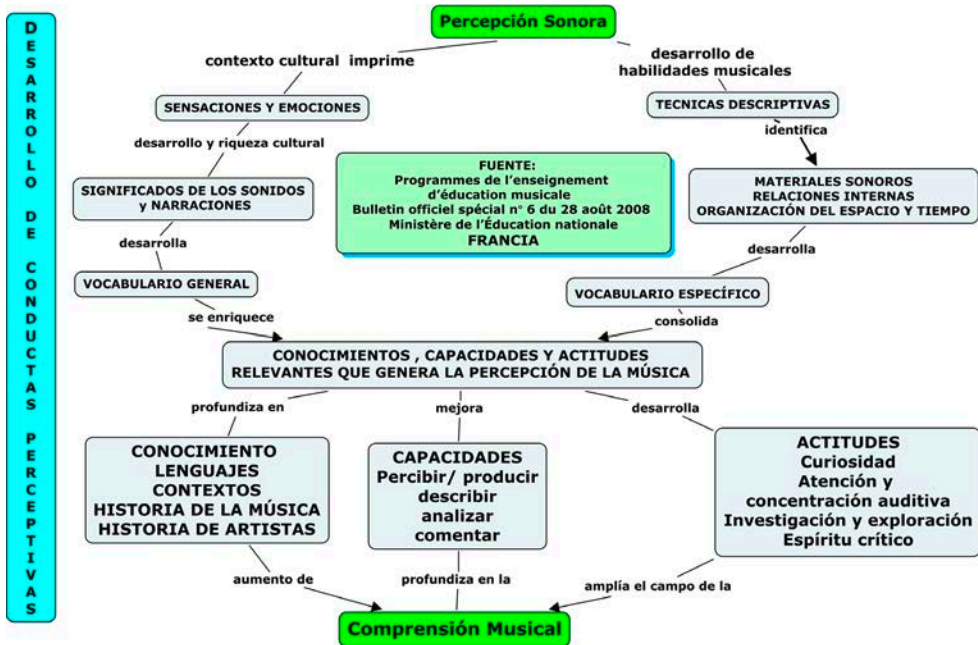


Figura N° 2: Comprensión musical⁵

3.2. Dominio de la informática musical

Nuestra investigación se enmarca dentro de la llamada *Informática Musical*, es decir, el conocimiento informático y tecnológico aplicado a la música en todas sus expresiones. Por definición general, abarca fundamentalmente los dominios del *lenguaje MIDI*, la *síntesis sonora* y la *grabación de audio digital*. Hoy en día, a este ámbito del conocimiento físico, electrónico, digital y uso práctico de la Informática musical, se le ha dado el nombre de *Computermusic* (Serra, 2005), término que se refiere a un campo interdisciplinario que forma parte de la unión de artes digitales o también podemos llamar artes integradas o ciencia y arte. Para visualizar este campo interdisciplinario, Richard Moore (1992) desarrolló el siguiente cuadro:

5 Fuente Figuras N° 1 y 2: Ministerio de Educación de Francia, (MEF) 2008.

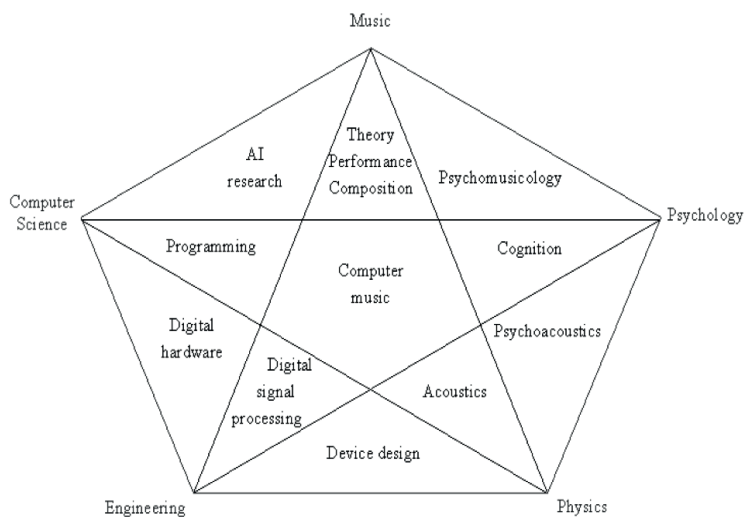


Figura N°4 Contexto disciplinario de la *computermusic* (Moore, 1992)

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS GENERALES

Tal como se explicó, el proyecto se inserta dentro de los esfuerzos por incorporar las TIC-Mus en la actividad docente del DEMUS⁶ como agente mediador de aprendizaje por competencias de los dominios de la Educación Musical. En este caso específico, se trata de incorporarlas a través de prácticas metodológicas con simuladores interactivos musicales, como apoyo didáctico en la formación inicial del futuro profesor de educación musical.

4.1. Objetivo General

Diseñar e implementar una metodología didáctica de trabajo, basada en simuladores interactivos, para incentivar y facilitar el uso sistemático y articulado de la informática musical, en ámbitos propios de la percepción sonora, creación y ejecución musical, en contextos pedagógicos educativos y de aprendizaje.

4.2. Objetivos Específicos

- 1 Mejorar la motivación y participación de docentes y estudiantes en iniciativas de fortalecimiento musical e integración artística, usando las TIC en un enfoque pedagógico basado en el constructivismo (desarrollo de proyectos colaborativos).
- 2 Crear prototipos informáticos basados en la aplicación *Pure Data*, para que a través de

6 Departamento de Música, UMCE.

una actividad de taller, docentes y estudiantes del DEMUS experimenten dinámicamente con las variables del sonido y manipulen aplicaciones de programación interactiva.

- 3 Contribuir a la masificación del uso de las *TIC-Mus* y a su extensión en los distintos ámbitos y niveles educativos de aprendizaje musical, tanto entre el profesorado como en los estudiantes.

4.3. Experiencias Metodológicas

En el Taller Experimental de las *TIC Musicales* desarrollado en la UMCE participaron 20 personas entre estudiantes, profesores, egresados y profesores de pedagogía en música, además de profesionales vinculados a la tecnología del sonido y multimedia. El taller fue desarrollado en la sala de computación de la Biblioteca de la UMCE y tuvo una duración de 12 horas, distribuidas en 3 sesiones durante cuatro mañanas.

La segunda experiencia del Taller Experimental de las *TIC Musicales* se llevó a cabo en la UACH (Universidad Austral de Chile), en el marco de un curso de perfeccionamiento para profesores de música de la Región de los Lagos, organizado por la Agrupación Coral de Los Ríos, ACORIS, donde participaron 23 profesores de educación musical de la zona, con una duración 6 horas y en dos jornadas de trabajo.

En las dos iniciativas se realizaron actividades y demostraciones con prototipos funcionales para experimentar con síntesis digital de audio, análisis espectral, captación de sensores, video, secuenciadores y audición binaural. En ambas experiencias se trabajó una guía de ejercicios mediante "*patches*" con actividades interactivas de prototipos básicos realizados en *Pd* para simular interactivamente fenómenos auditivos y visuales básicos.

4.4. TALLER DE INTEGRACIÓN de las *TIC-Mus*

Como actividad inicial se planteó que al manipular digitalmente fenómenos sonoros a través de simples prototipos funcionales, el estudiante logra experimentar situaciones reales de ejecución y percepción musical (*feedback* en tiempo real de los fenómenos acústicos y temporales dinámicamente controlados), practicando habilidades y conocimientos sonoro-musicales que debiera ir adquiriendo en las asignaturas del currículo e incluso en otras transversales como, por ejemplo, matemática o acústica. La propuesta implica la capacitación básica en el entorno de programación multimedia *Pd*, para trabajar directamente integrando los campos de la interactividad, la percepción sonora y el video, con *Programación Orientada al Objeto* (P.O.O.) y el diseño. *Pd* permite construir y/o adaptar prototipos sonoros o multimediales previamente existentes, buscándolos en una inmensa librería de módulos de funciones programados en *Pd* y de libre disponibilidad que facilitan la implementación de actividades construyendo mediadores didácticos informáticos, es decir, aplicaciones informáticas interactivas. De esta manera, el proyecto articula conocimientos musicales con recursos tecnológicos para permitir

la manipulación de variables sonoras, interconectando los medios y/o recursos disponibles de manera sistémica, generando la habilidad para producir una actividad interactiva, conectando diversos campos disciplinares o intradisciplinares como, por ejemplo, la Música y la Matemática. Así, la investigación permitió implementar, de manera experimental, una metodología *de acción con simuladores*⁷ y, junto con ella, la conformación de un material de apoyo para la asignatura de Tecnología e Informática Musical, incluyendo transversalmente contenidos de acústica, audio digital, protocolo MIDI, teoría de la música e incluso otras disciplinas como matemática.

En cada actividad del taller, en primera instancia, el estudiante explora el prototipo y se familiariza con los simuladores y *módulos funcionales*⁸ desarrollados para el proyecto. En la segunda fase al estudiante se le pide que describa la interacción con el piloto y levante conjeturas e hipótesis. El resultado esperado es generar procesos de aprendizaje significativo a través de las actividades y tutoriales del *Taller Integración de TIC-Mus*, que permitieran identificar, reforzar o desarrollar habilidades musicales e iniciarlos al mismo tiempo en el dominio de las herramientas TIC para Audio Digital y MIDI, creando espacios de perfeccionamiento docente y realizando actividades didácticas para la integración de TICMUS en el currículo musical (Sánchez, 2003). El taller también pretendió introducir a los participantes en las relaciones transversales del currículo de *Computermusic*, mostrando y analizando las aplicaciones desarrolladas en Pd para instalaciones de obras de arte digital interactivas o prototipos de proyectos multimedia o videoarte interactivo.

Las actividades del *Taller TIC-Mus* se desarrollaron en un ambiente de análisis grupal y colaborativo para observar, experimentar y manipular variables sonoras y musicales de manera independiente a través de la manipulación de los *simuladores implementados a través de diversos patches*.⁹ De esta manera, los participantes del *Taller TIC-Mus* pudieron apreciar

7 Roberto Araya (2001) señala que “construir un simulador no sólo es un excelente ejercicio que obliga a hacer explícitos todos los componentes y mecanismos que permitan explicar un fenómeno, sino que nos asegura que al menos todos esos elementos sean efectivamente suficientes para generar algunos aspectos esenciales del fenómeno”.

8 *Módulo funcional* se refiere a una parte de un simulador, encargado de una función u operación particular de alguna variable sonora o de datos dentro de un prototipo.

9 Un “patch” es un conjunto de módulos conectados por líneas. A través de estas líneas, los módulos se comunican enviando valores o un *flujo de señal*. Estos módulos pueden ser unidades de procesamiento o contenedores de datos con entradas y salidas (Petrovich, 2002). Los “*patch*” nos retrotraen a los estudios analógicos que fueron utilizados para producir música electrónica antes de la llegada del ordenador: varios dispositivos o módulos de procesamiento electrónico como filtros, osciladores o amplificadores entre otros —hoy simbolizados mediante pequeñas cajas conectados entre ellos utilizando líneas que —como cables— que simbolizan conexiones físicas entre los módulos. Debido a este tipo de conexiones, Pd es referido como a un lenguaje de programación orientado al objeto y al flujo de datos. También se puede definir que un patch es una unidad de “código” representado gráficamente, que pueden ser utilizados como programas independientes y compartidos libremente entre la comunidad de usuarios de Pd. (Petrovich M., Prado, tesis 2002.

y tener experiencias auditivas interactivas, basadas en control de variables en tiempo real, así como también incursionar en la síntesis sonora y en el procesamiento de señales digitales de audio y video.

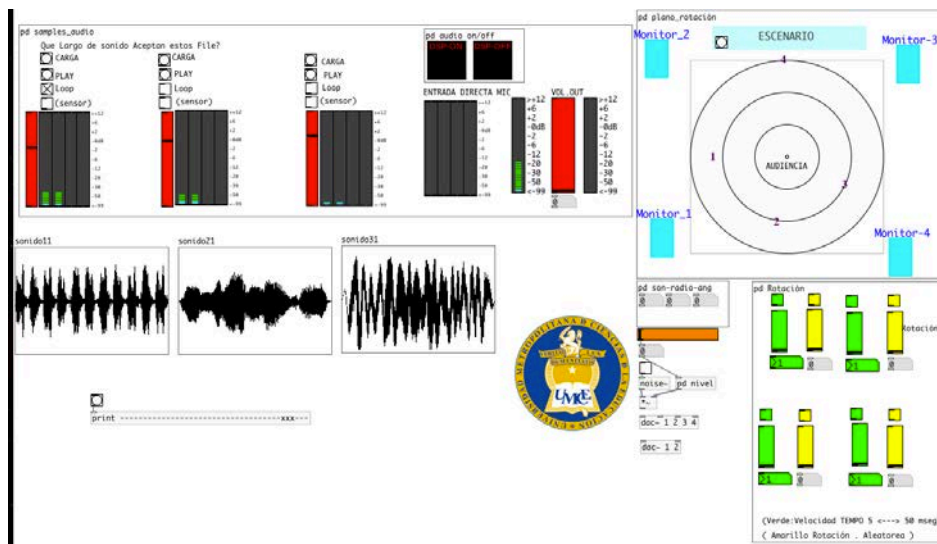


Figura N° 5 : Patch Binaural Módulo Funcional de espacialización sonora.

5. ELEMENTOS DEL DIAGNOSTICO

Para el diagnóstico se consideró: a) evidenciar la presencia y articulación de competencias musicales en los estudiantes de música o participante del taller TIC-Mus. aplicando un pre test de competencias musicales basado en el modelo de educación musical de Francia (2008); b) determinar la presencia y articulación de competencias musicales en los documentos y programas en el currículo de la Carrera de Licenciatura en Educación y Pedagogía en Música; c) revisar antecedentes y procesos curriculares históricos que puedan haber influido en el currículo de música actual y en el perfil de egresos de los estudiantes, y d) presencia y articulación de infraestructura TIC en el currículo de música.

Definidas las competencias menos presentes en el currículo oficial o las que los estudiantes manifestaron dominar menos, se diseñaron prototipos funcionales basados en Pd y necesarios para articular e implementar una metodología que busca apoyar el desarrollo de aquellas competencias que se declaran más débiles.

5.1 Metodología Didáctica Interactiva

La planificación de la intervención docente se basa en una metodología de proyectos con un enfoque artístico interdisciplinario. La experiencia solo incluye actividades con proto-

tipos funcionales simples, cuyo dominio requiere en general de una o dos sesiones con cada prototipo. Con la manipulación de las variables sonoras o de duración se pone a prueba el conocimiento del estudiante o usuario en el campo del dominio teórico y práctico del fenómeno sonoro que abarque el simulador o *patch*. Esperamos que en el caso de que el usuario no maneje ningún conocimiento teórico o práctico, explorará el simulador y tratará de dominar las variables o tema que presenta el *patch*, manipulando las variables y guiándose solamente por el *feedback* que genere su interacción. El profesor (facilitador o tutor) debe observar el desempeño y dominio que demuestren los participantes, con especial atención en la aplicación de los conocimientos teóricos en el control del *feedback* que demuestre durante el desarrollo de la experiencia o uso del prototipo. El estudiante, a su vez cuenta con un *feedback* dinámico de datos numéricos que representa matemáticamente e comportamiento del fenómeno acústico. Los ejes caracterizadores del *Taller de Integración de TIC-Mus.* son: a) metodología de proyectos, b) intra e interdisciplinariedad y c) uso de simuladores y aplicaciones tecnológicas *ad hoc*, creadas para el proyecto.

5.2 Timbre y Espacio

Para determinar qué prototipos funcionales implementar en la investigación y justificar su producción, nos preguntamos qué dominios eran los más débiles en el currículo de música. El análisis de documentos y programas de estudio arrojó que las competencias que menos son tratadas en el currículo de la carrera de Licenciatura en Educación y Pedagogía en Música, son los de la *dinámica* y los de *timbre y espacio*. Con este dato se trabajó en la elaboración y desarrollo de proyectos de prototipos interactivos basados en *Pd*, para manipular el timbre y el espacio de manera interactiva y dinámica. El primer documento analizado fue el *Proyecto FID 2007 de Mejoramiento del Currículum de Formación Inicial de Docentes*, donde se aprecia que los contenidos relacionados directa o indirectamente con los dominios de *timbre*, el de *espacio* y el de *dinámica*, son los menos presentes. Se destaca, por el contrario, que los dominios de la *voz* y el *gesto (instrumentales)*, y *estilos musicales*, tienen mucha mayor presencia curricular.

6. REPORTES DE LA EXPERIENCIA

Durante el *Taller TIC-Mus* se observó que el trabajo desarrollado permite a los participantes acceder a un campo de exploración y comprensión de los fenómenos sonoros con un enfoque práctico. La actividad busca desarrollar competencias para la invención con nuevos medios y ampliar los recursos didácticos en los diversos ámbitos del currículo musical y artístico (*Artes Integradas*). Con respecto al segundo objetivo, *Crear prototipos experimentales informáticos basados en el entorno de Programación Gráfica Pd*, se realizó un material didáctico que está constituido por un cuerpo de once prototipos, documentación de apoyo y de auto-instrucción, para la asignatura de Tecnología e Informática Musical de la carrera de Licenciatura en Educación y Pedagogía en Música¹⁰. Los objetos de aprendizaje, en este caso

10 Ver ejemplo en Figura N° 4, Pulsar_Binaural, apartado 4.4

simuladores, fueron desarrollados como archivos o “patches” programados en *Pd*. Con ellos, los prototipos funcionales SMI, los estudiantes se inician en el lenguaje de la programación orientada al objeto y comienzan a intervenir, a desarmar procesos (ingeniería inversa), rediseñar y explorar proyectos ya realizados o hacer pequeños proyectos sonoros interactivos. De esta manera, los resultados de la *metodología de acción con simuladores* está apoyada y articulada por un conjunto de prototipos, módulos funcionales y materiales de apoyo a la docencia que se elaboraron específicamente con estos fines y se ponen a disposición de los profesores:

- 1 11 prototipos modulares desarrollados en *Pd* por el proyecto.
- 2 20 *patches* introductorios a la programación gráfica con *Pd*
- 3 Recopilación de manuales y tutoriales básicos de *Pd* en español, además de los disponibles en inglés.
- 4 Mapas conceptuales de los campos de la música y el sonido publicado en el sitio del investigador.
- 5 Documentación y prototipos de desarrollo y documentación para investigar y profundizar en programación gráfica y multimedia de :
 - Protocolo MIDI
 - Procesamiento y síntesis de Audio digital
 - Protocolo OSC (*Open Sound Control*), que permite empaquetar datos a través de redes locales e Internet.
 - Síntesis y procesamiento gráfico de video digital.
 - Introducción al convertidor análogo/digital Arduino y su aplicación con sensores gestuales.

7. NOTAS FINALES DE LA EXPERIENCIA

Con la presente experiencia piloto se generó un set de mediadores didácticos basados en *Pd* de apoyo a las actividades prácticas de la asignatura de Tecnología e Informática Musical. Estas, actividades basadas en los prototipos desarrollados, permitirán ampliar el repertorio de actividades y contenidos del actual programa de estudio que la asignatura tiene, el que no se ha actualizado desde hace a lo menos cuatro años, lo que provoca que los estudiantes que egresan de la carrera carezcan de herramientas y competencias tecnológicas para adaptarse a los cambios vertiginosos provocados por las *TIC-Mus.* en el ámbito de la Informática Musical o la *Computermusic* (Moore, 1992). En este escenario es imperativo modificar las políticas académicas e incorporar modificaciones al actual currículo con una visión por competencias, donde se incluya el uso e integración curricular sistemática y transversal de tecnologías del sonido, audiovisuales e Internet; en otras palabras, promover la interdisciplinariedad tecnológica, al menos dentro del currículo de las artes musicales y visuales.

Observamos que los participantes del Taller de Integración de las TIC Musicales se motivaron hacia el estudio de la matemática y la física como consecuencia de las programación de control dinámico de fenómenos acústicos y de video en *Pd*.

La experiencia permitió la construcción de simuladores musicales y sonoros de conceptos acústicos, por lo que podemos recomendar, según lo observado, que la utilización de una metodología basada en proyectos interactivos con simuladores permitiría mejorar las competencias básicas individuales y sociales de estudiantes.

Estas apreciaciones fueron la base para más tarde, desarrollar y presentar un proyecto FONDEF¹¹ que permitió relacionar transversalmente la música con las matemáticas demostrando que el *Taller Experimental de las TIC Musicales* fue la experiencia base para la elaboración del proyecto FONDEF TIC-EDU 2010 PICALAB (Programa de Innovación en Ciencia y Arte; código TE10I010), que pretende aprovechar los resultados prácticos de los adelantos del *software* para procesamiento simbólico que, combinados con la representación de los procesos físico-matemáticos, permiten a los estudiantes y profesores experimentar dinámicamente por medio de la construcción de experiencias sonoro-musicales, apoyadas con gráficas, video y *feedback* del control de sus variables algorítmicas en tiempo real. La experiencia también nos permite plantear que el uso de simuladores facilita experimentar con las habilidades y competencias musicales, ampliando de esta manera los recursos para ejercitar y adquirir el conocimiento que requieren los educadores y músicos en general para desempeñarse en sus disciplinas.

Nuestro análisis nos indica que el currículo actual estaría enfocado predominantemente en el *Dominio del gesto (instrumental) y la voz* y en el *dominio de los estilos*. Además, podemos declarar que este no profundiza en los otros aspectos o características del sonido como la dinámica, las texturas sonoras, el timbre y el espacio, el dominio de la forma, tópicos que aborda de manera general. Los resultados de la presente investigación y experiencia piloto del *Taller de las TIC-Mus*, permitieron formular una primera versión y acercamiento para el desarrollo de una metodológica de integración de las TIC-Mus, que se basa en la aplicación de conocimientos y habilidades musicales a través del uso mediado de simuladores musicales Interactivos (SMI).

La experimentación principal que se logró en el *Taller Experimental de las TIC-Mus* fue la implementación de una primera experiencia y la muestra empírica de prototipos funcionales especializados en el diseño y control de los parámetros del *dominio del timbre y el espacio*. También se implementó un conjunto de otros prototipos más básicos, disponibles como productos de la investigación. En cuanto a la observación directa, se puede sostener que los estudiantes, después de la experiencia de prácticas guiadas con simuladores musicales interactivos (SMI), logran manipular el dominio musical abordado de manera empírica y experimental, identificando

11 Proyecto PICALAB FONDEF TIC-EDU, Código TE 10I010 de Conicyt de 2010.

variables sonoras y sus características dinámicas de forma interactiva. Finalmente, y quizá lo más importante, los planteamientos de la “Metodología de Acción con Simuladores” (Araya R., 2001), permitió proponer nuevas hipótesis interdisciplinarias, en este caso, entre ciencias básicas y el Arte, más específicamente por la Matemática y la Música.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Araya, Roberto.** 2001. *¿Qué significa comprender una idea matemática?*. En *Revista La Educación OEA*, XLV-XLVII, pp. 136-138 [en línea] Disponible en <http://www.educoas.org/portal/bdigiatal/lae-ducacion/136-138/>. [consulta 06/2002].
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A.** 1991. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3 & 4), 369-398.
- Brousseau, Guy.** 1997. *Theory of Didactical Situation in Mathematics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Castell, Manuel.** 2006. *La Era de la Información: Economía, sociedad y cultura, Volumen I: La Sociedad Red, Vol II: El poder de la identidad; Vol. III: Fin de Milenio*. México: Siglo XXI Editores.
- Castillo I. Carbonell** 2006. *Cómo evitar el fracaso escolar en Secundaria: Recursos*. Narcea S.A. de Ediciones pp. 26
- Giddens, Athony.** 2000. *Un mundo desbocado Los efectos de la globalización en nuestras vidas*. Madrid : Taurus
- Grundy, Shirley.** 1982. *Three modes of action research*. En Kemmis, S. y McTaggart, R. (ed.). *The Action Research Reader*. Victoria: Deakin University, pp. 353 – 364.
- Ministère de l'Éducation Nationale.** 2008. *Bulletin officiel spécial N° 6 du 28 août 2008 Programmes du collège. Programmes de l'enseignement d'éducation musicale*.
- Moore, F. R.** 1992. *Elements of Computer Music*. New Jersey: Prentice Hall.
- Petrovich, M. Prado, J. (2002).** Tesis de Titulación : « *Implementación de un sistema Interactivo de Síntesis y Procesamiento basado en MAX* ». Santiago : Universidad Perez Rosales, Ingeniería de Ejecución en Sonido
- Sánchez Jaime .** 2003, “*Integración Curricular de TICs. Concepto y Modelos*”, en *Revista Enfoques Educativos*, Vol. 5, N°1. Santiago: Universidad de Chile, pp. 51-65
- Serra, Xerra.** 1999. *Educación musical en las artes digitales*. Un ejemplo práctico.[en línea] Disponible en www.iaa.upf.edu/formats/formats2/ser_e.htm. *Formats. Revista de Comunicación Audiovisual*. Barcelona : UPF [consulta 07/2002]
- Thayer, Tomas.** 2010. *Apuntes y recursos didácticos del Taller de Integración de las TIC Musicales* [en línea] Disponible en http://www.musicocl/apuntes_IMI.html. [consulta 01/06/2012]