The cover features a decorative graphic on the right side consisting of three overlapping circles of varying sizes, each with a dark blue center and a lighter blue outer ring. Two thin blue lines intersect at the top left and extend diagonally across the page, framing the circles.

# **Educación Musical con TIC para centros de secundaria: Evaluación de un modelo de gestión del conocimiento educativo-musical (El Modelo Bordón)**

TESIS DOCTORAL

*DEPARTAMENTO DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN Y  
DIAGNÓSTICO EN EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD DE SEVILLA*

**Manuel Jesús Espigares Pinazo**  
**Abril de 2009**



**UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**Facultad de Ciencias de la Educación**



**DPTO. DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO EN EDUCACIÓN**



**GRUPO DE INVESTIGACIÓN DIME  
(DESARROLLO E INNOVACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS)**

**“Educación Musical con TIC para centros de secundaria: Evaluación  
de un modelo de gestión del conocimiento educativo-musical  
(el Modelo Bordón)”**

**MANUEL JESÚS ESPIGARES PINAZO**

**2009**





**UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**Facultad de Ciencias de la Educación**



**DPTO. DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO EN EDUCACIÓN**

**“Educación Musical con TIC para centros de secundaria:  
Evaluación de un modelo de gestión del conocimiento  
educativo-musical (el Modelo Bordón)”**

**Trabajo de investigación presentado para  
aspirar al título de Doctor por D. Manuel  
Jesús Espigares Pinazo, codirigido por el  
Dr. Rafael García Pérez y el Dr. Jesús  
Tejada Giménez**



**Fdo. D. Manuel Jesús Espigares Pinazo**



**UNIVERSIDAD DE SEVILLA**

**Facultad de Ciencias de la Educación**



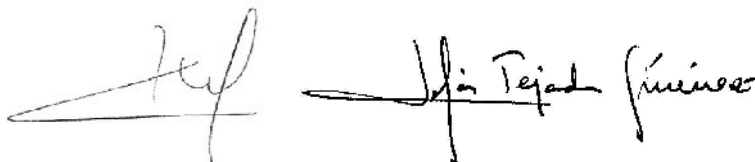
**DPTO. DE MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO EN EDUCACIÓN**

**Dr. Rafael García Pérez, Profesor Titular del Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación y Dr. Jesús Tejada Giménez, Catedrático de escuela universitaria, como director y codirector respectivamente del trabajo de investigación presentado para aspirar al grado de Doctor por D. Manuel Jesús Espigares Pinazo**

**HACEN CONSTAR:**

**Que la tesis doctoral “Educación Musical con TIC para centros de secundaria: Evaluación de un modelo de gestión del conocimiento educativo musical (el Modelo Bordón)” reúne las condiciones científicas y académicas necesarias para su presentación.**

**Sevilla, a 1 de Abril 2009**



**Fdo.: Dr. Rafael García Pérez y Dr. Jesús Tejada Giménez**



**A mis colegas y amigos en el  
mundo de la investigación educativa**



**Tristes momentos, los que vivimos hoy  
en día, en que es más fácil desintegrar  
un átomo que mover la mentalidad colectiva**  
*Albert Einstein, físico alemán (1879-1955)*





## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de investigación no habría sido posible sin la ayuda encomiable de mis codirectores, el Dr. Rafael García Pérez, profesor titular del Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación (MIDE), de la Universidad de Sevilla y el Dr. Jesús Tejada Giménez, catedrático del Departamento de Didáctica de la Expresión Musical de la Universidad de Valencia. Gracias a sus sabios consejos y correcciones, así como su continua motivación y aliento para seguir adelante, han hecho posible que este trabajo haya podido realizarse. Sus observaciones perspicaces y agudas sobre la estructura de la investigación, la utilización de un lenguaje científico, la presentación de los gráficos, las tablas, la bibliografía o el estudio estadístico de la parte metodológica, han sido fundamentales a lo largo del proceso de formación como investigador.

Gracias también, a la Dra. María Ángeles Rebollo, profesora Titular del Departamento MIDE de la Universidad de Sevilla, por darme luz con sus brillantes y acertadas ideas en todo momento y su disposición incondicional para ayudarme cuando la he necesitado.

También quiero agradecerle su colaboración a los compañeros y compañeras del área MIDE de la Universidad de Sevilla así como las personas en el juicio de expertos de la plataforma educativa y asesores de nuestro estudio: Olga Buzón, Luisa Vega, Sissi Cárcamo, Joaquín Piedra, Clementina Rodríguez, Esther Rodríguez, Gabriel Espinosa, Pepe Espinosa, Ramón González, Rafael Espigares y José Armenta.

El alumnado del I.E.S. Jesús del Gran Poder también se ha implicado activamente con la participación en esta investigación, con sus conciertos, sus grabaciones en video, su trabajo en la plataforma educativa y su actitud positiva.

Por último, quisiera agradecer a mis padres, José Espigares Gómez y María Teresa Pinazo, su apoyo y comprensión por encima de todas las dificultades que he debido superar durante este período de formación profesional y madurez vital.



# Índice

---

Introducción _____	25
--------------------	----

## **PRIMERA PARTE. FUNDAMENTOS TEÓRICOS \_\_\_\_\_**

### ***Capítulo 1. Educación Musical en centros TIC de Educación Secundaria Obligatoria***

1. Introducción a la Educación Musical con TIC _____	35
2. Aplicaciones e implicaciones de la telemática en la Educación Musical _____	40
3. Experiencias de Educación Musical online _____	47
4. La plataforma educativa para la Educación Musical en Secundaria Obligatoria: El Moodle Musical _____	53
5. Sobre la Educación Musical con herramientas telemáticas en la Educación Secundaria Obligatoria _____	54

### ***Capítulo 2. Investigación evaluativa y objetos digitales de aprendizaje musical***

1. Orígenes y desarrollo de la investigación evaluativa _____	59
2. La evaluación de los procesos educativos y los procesos de aprendizaje _____	65
2.1. Un concepto de evaluación progresivamente más inclusivo _____	65
2.2. La evaluación de objetos digitales de aprendizaje _____	67
2.2.1. Objetos de aprendizaje: tipos y usos _____	67
2.2.2. La evaluación a través del <i>Educational Data Mining</i> (EDM) _____	79
3. Sobre la investigación evaluativa de objetos digitales de aprendizaje musical mediante el EDM _____	80

**Capítulo 3. Creación de un modelo sociocultural de gestión del conocimiento educativo-musical en la ESO basado en las TIC**

1. Introducción al desarrollo de un modelo de gestión del conocimiento educativo musical _____	85
2. El modelo de gestión del conocimiento educativo-musical orientado a la interculturalidad _____	87
2.1. El <i>Modelo Bordón</i> de Educación Musical con TIC _____	91
3. Sobre el modelo de gestión del conocimiento educativo-musical “Bordón” _____	102

**Capítulo 4. La minería de datos educativos aplicada a la Educación Musical en la ESO con plataformas de teleformación**

1. Introducción a la minería de datos educativos _____	107
2. Las fases de minerización de los datos educativos musicales _____	109
2.1. <i>Preproceso</i> : Análisis estadísticos descriptivos básicos, limpieza de la información, selección de variables y modelos cluster _____	112
2.1.1. Análisis estadísticos descriptivos básicos, limpieza de la información, reducción y selección de variables _____	112
2.1.2. Modelos cluster, conglomerado o segmentación _____	117
2.2. <i>Proceso</i> : Modelos de clasificación _____	120
2.2.1. Clasificadores bayesianos _____	121
2.2.2. Clasificadores mediante funciones _____	121
2.2.3. Clasificadores basados en casos o instancias a través de la lógica difusa _____	124
2.2.4. Metaclasificadores _____	125
2.2.5. Clasificadores basados en árboles _____	126
2.3. <i>Postproceso</i> : Modelos basados en reglas de asociación, evaluación del modelo y herramientas de visualización _____	129
2.3.1. Modelos basados en reglas de asociación _____	129
2.3.2. Las tareas de evaluación del modelo _____	131
2.3.3. Herramientas de Visualización _____	132
3. Sobre la minería de datos aplicada a la Educación Musical _____	137

**SEGUNDA PARTE. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN \_\_\_\_\_**

**Capítulo 5. Problema y diseño de la investigación: evaluación del Modelo Bordón**

1. Problema de investigación: evaluación del modelo de Educación Musical _____	143
2. Objetivos generales de la investigación evaluativa _____	144
3. Objetivos y tareas implicados en el proyecto de innovación docente _____	145
4. Diseño de la investigación evaluativa _____	146
4.1. Dimensiones de la evaluación _____	146
4.1.1. Evaluación del diseño _____	147
4.1.2. Evaluación del proceso _____	147
4.1.3. Evaluación del impacto _____	147
5. Material y proceso didáctico _____	148

5.1. Contexto de la investigación: comunidad virtual de Educación Musical en el centro TIC de la ESO “IES Jesús del Gran Poder” _____	148
5.2. Materiales de la plataforma educativa y software utilizado en las actividades de la comunidad virtual de Educación Musical _____	149
6. Muestra de datos y proceso de recogida _____	152
6.1. Muestras de datos obtenidos para la investigación _____	152
6.2. Recogida de datos: momentos y técnicas _____	153
6.3. Instrumentación y procedimientos de evaluación del proceso _____	154
6.3.1. Instrumento de evaluación del diseño: escala para el juicio de expertos _____	154
6.3.2. Datos y procedimientos de evaluación del proceso _____	158
6.3.2.1. Datos de la comunidad virtual _____	158
6.3.2.1.1. Criterios de evaluación del alumnado a través de los datos almacenados en la plataforma educativa _____	158
6.3.2.1.2. Evaluación cualitativa: Sistema de categorías de la plataforma educativa-musical para la ESO _____	160
6.3.2.1.3. Evaluación cuantitativa: Minería de datos educativos en la plataforma de teleformación _____	166
6.3.2.2. Grupo de discusión del alumnado participante _____	166
6.3.3. Instrumentos para la evaluación del impacto _____	166
6.3.3.1. Pruebas de ejecución musical _____	166
6.3.3.2. Registro de incidentes críticos del centro educativo _____	167
6.3.3.3. Escalas de trabajo, actitud y aprendizaje con la plataforma educativa-musical _____	170
7. Técnicas analíticas de la investigación _____	173

## **TERCERA PARTE. RESULTADOS Y CONCLUSIONES** \_\_\_\_\_

### **Capítulo 6. Resultados de la evaluación de la aplicación del Modelo Bordón**

1. Introducción _____	179
2. Resultados de la evaluación del <i>diseño</i> de la plataforma educativa: la opinión de los expertos _____	179
2.1. La opinión de los expertos acerca del <i>diseño</i> de la plataforma educativa-musical online _____	179
2.1.1. Dimensional funcional _____	180
2.1.2. Dimensión técnica _____	181
2.1.3. Dimensión pedagógica _____	182
3. Resultados de la evaluación del <i>proceso</i> de aprendizaje con la plataforma educativa _____	185
3.1. Evaluación cualitativa del proceso: <i>focus group</i> y plataforma _____	185
3.1.1. Resultados del grupo de discusión del alumnado _____	185
3.1.2. Desarrollo y aplicación del sistema de categorías a la plataforma educativa-musical _____	187
3.2. Evaluación cuantitativa: Minería de datos educativos-musicales _____	190
3.2.1. <i>Preproceso</i> : Estadísticos descriptivos básicos, selección de variables y agrupamientos (cluster) _____	193
3.2.1.1. Resultados descriptivos básicos de la actividad en la plataforma _____	193

3.2.1.2. Reducción y selección de variables de los registros de la plataforma _____	195
3.2.1.3. Cluster de partición (K-medias) _____	197
3.2.2. <i>Proceso</i> : Clasificación y árboles de decisión _____	200
3.2.3. <i>Postproceso</i> : Reglas de asociación y visualización gráfica _____	206
3.2.3.1. Reglas de asociación de las variables de estudio de la plataforma _____	206
3.2.3.2. Visualización gráfica de los datos de uso de la plataforma online _____	207
4. Resultados de la evaluación del <i>impacto</i> del Modelo Bordón _____	214
4.1. Evaluación de las ejecuciones del alumnado _____	204
4.2. Impacto del modelo de aprendizaje con TIC en el registro de incidentes críticos _____	215
4.3. Impacto del Modelo Bordón en el trabajo, la actitud y el aprendizaje del alumnado _____	220

**Capítulo 7. Conclusiones y limitaciones del trabajo**

1. Conclusión general _____	225
2. Conclusiones sobre la evaluación del diseño _____	227
3. Conclusiones sobre la evaluación del proceso _____	229
4. Conclusiones sobre la evaluación del impacto _____	234
5. Limitaciones de la evaluación realizada _____	239

**CUARTA PARTE. APLICACIONES E IMPLICACIONES \_\_\_\_\_**

**Capítulo 8. Aplicaciones e implicaciones educativas: agenda sobre aprendizaje musical en centros TIC de la ESO**

1. Agenda sobre aprendizaje musical en centros TIC de la ESO _____	245
2. Ideas y aportaciones en futuros proyectos _____	246

<b>Referencias bibliográficas _____</b>	251
---	-----

<b>Índice de anexos _____</b>	267
-------------------------------	-----

1. Escalas tipo Likert _____	267
1.1. Escala para el juicio de expertos acerca del diseño de la plataforma educativa _____	267
1.2. Escala sobre actitud en el Modelo Bordón _____	270
1.3. Escala sobre trabajo en el Modelo Bordón _____	272
1.4. Escala sobre aprendizaje en el Modelo Bordón _____	274
2. Transcripción del grupo de discusión _____	276
3. Guía de minería de datos educativos-musicales _____	278

**Índice de imágenes, tablas, figuras y gráficos \_\_\_\_\_**

<i>I. Imágenes _____</i>	54
--------------------------	----

Imagen 1. Plataforma educativa-musical _____	54
--	----

Imagen 2. Evolución histórica de la evaluación en educación _____	64
Imagen 3. Plataforma de teleformación Blackboard _____	71
Imagen 4. El bordón musical _____	91
Imagen 5. Diferentes tipos de filtros nos permiten limpiar seleccionar la información que empleamos para construir nuestro modelo _____	104
Imagen 6. Proyecto de minería de datos educativos con el software libre Weka _____	113
Imagen 7. Configuración del acceso a la base de datos _____	114
Imagen 8. Representación de una neurona humana y una neurona artificial _____	123
Imagen 9. La plataforma educativa _____	139
Imagen 10. Programa de edición de video Kino _____	150
Imagen 11. Programa de edición de ondas sonoras y grabación de audio Audacity _____	151
Imagen 12. Programa de edición de partituras Rosegarden 4 _____	151
Imagen 13. Foro de noticias _____	162
Imagen 14. Foro para la comunicación del alumnado _____	163
Imagen 15. Chat de intercambio de información _____	163
Imagen 16. Examen de la unidad _____	165
Imagen 17. Examen final _____	165
Imagen 18. Modelos estadísticos de calidad de SPSS Clementine _____	182
Imagen 19. Modelo k-medias con las variables curso y módulo de la plataforma educativa-musical _____	198
Imagen 20. Programa para el e-learning <i>m-agis</i> , desarrollado por el grupo DIME _____	228
<i>II. Tablas</i> _____	89
Tabla 1. Modelo sociocultural de Educación Musical con TIC _____	89
Tabla 2. Trasvase de un cuestionario de marketing en <i>e-learning</i> a nuestro modelo de gestión del conocimiento musical _____	103
Tabla 3. Clasificación de técnicas de la minería de datos educativos musicales: Preproceso, proceso y postproceso de la información _____	136
Tabla 4. Resumen del modelo que indica la fiabilidad (Alfa de Cronbach) _____	155
Tabla 5. Saturación en componentes _____	155
Tabla 6. Ficha técnica de los expertos _____	156
Tabla 7. Escala de valoración de los jueces _____	156
Tabla 8. Sistema de calificación utilizado en el Modelo Bordón _____	160
Tabla 9. Categorías de estudio del grupo de discusión _____	166
Tabla 10. Matriz para el estudio de la información vertida en las simulaciones de los aprendizajes musicales _____	167
Tabla 11. Variable A de las faltas de actitud del alumnado _____	168
Tabla 12. Variable B de las faltas de actitud cometidas por el alumnado _____	168
Tabla 13. Variables que valoramos en el estudio del registro de incidentes crítico _____	169
Tabla 14. Consigna numérica y asignaturas impartidas por el profesorado del centro _____	169

Tabla 15. Consigna numérica de la escala sumativa de trabajo, actitud y aprendizaje _____	170
Tabla 16. Media aritmética y desviación estándar de los ítems de la primera dimensión: funcional _____	180
Tabla 17. Media aritmética y desviación estándar de los ítems de la segunda dimensión: técnica _____	181
Tabla 18. Media aritmética y desviación estándar de los ítems de la tercera dimensión: pedagógica _____	182
Tabla 19. Resultados del grupo de discusión del alumnado participante _____	186
Tabla 20. Sistema de categorías de los datos cualitativos de la plataforma _____	188
Tabla 21. Resultados de la evaluación cualitativa de la plataforma educativa _____	189
Tabla 22. Frecuencia de participación en la plataforma del profesor y el alumnado _____	193
Tabla 23. Actividad de la plataforma educativa-musical distribuida por cursos _____	194
Tabla 24. Datos clasificados mediante el modelo CRT _____	201
Tabla 25. Clasificación de los datos de registros de actividad general de la plataforma mediante el modelo de árbol de clasificación CRT _____	202
Tabla 26. Clasificación de los datos según el modelo de división múltiple CHAID _____	204
Tabla 27. Modelo APRIORI _____	206
Tabla 28. Enlaces fuertes, medios y débiles de las variables <i>module</i> y <i>action</i> _____	209
Tabla 29. Resultados de las simulaciones musicales y coreográficas _____	214
Tabla 30. Resultados de la variable de actitud A (gravedad de las faltas cometidas por el alumnado) _____	216
Tabla 31. Frecuencias del registro de incidentes críticos según cursos _____	217
Tabla 32. Frecuencia y porcentaje acumulado de la variable de actitud B (tipología de la falta de actitud cometida) en todas las materias _____	218
Tabla 33. Impacto del modelo pedagógico con TIC en la actitud, el trabajo y el aprendizaje _____	221
Tabla 34. Estadísticos básicos sobre aprendizaje, actitud y trabajo _____	222
<i>III. Figuras</i> _____	77
Figura 1. La construcción del objeto _____	77
Figura 2. Niveles teóricos del Bordón musical _____	92
Figura 3. Triángulo de la actividad de Vygotsky _____	94
Figura 4. Triángulo mediacional de Engeström (1987) basado en el triángulo mediacional básico de la actividad propuesto por Vygotsky _____	95
Figura 5. Modelo sociocultural de gestión del conocimiento musical en la ESO basado en las TIC _____	104
Figura 6. Fases que constituyen el trabajo de minería de datos educativos orientada a la evaluación de objetos de aprendizaje musical online (registro de actividad en las plataformas, los foros, los chats y las lecciones) _____	111
<i>IV. Gráficos</i> _____	42
Gráfico 1. Factores en los que ha influido la telemática en la sociedad del conocimiento _____	42
Gráfico 2. Estándares de programación de objetos digitales de aprendizaje _____	75
Gráfico 3. Procesos en los que los objetos de aprendizaje cobran significado _____	79
Gráfico 4. Fase de <i>Preproceso</i> del trabajo en minería de datos educativos musicales _____	119
Gráfico 5. Modelo basado en árbol de decisión _____	128



Gráfico 6. Fase de <i>Proceso</i> del trabajo en minería de datos educativos musicales _____	119
Gráfico 7. Fase de <i>Postproceso</i> del trabajo en minería de datos educativos musicales _____	126
Gráfico 8. Dimensiones del trabajo de investigación _____	148
Gráfico 9. Muestra de datos de la investigación _____	153
Gráfico 10. Planteamiento teórico de la escala para el juicio de expertos _____	157
Gráfico 11. Planteamiento teórico de la escala de trabajo _____	171
Gráfico 12. Planteamiento teórico de la escala sobre aprendizaje _____	172
Gráfico 13. Planteamiento teórico de la escala sobre actitud _____	173
Gráfico 14. Técnicas de análisis utilizadas en la investigación _____	174
Gráfico 15. Medias aritméticas de la primera dimensión de la plataforma: funcional _____	181
Gráfico 16. Medias aritméticas de la segunda dimensión de la plataforma: técnica _____	182
Gráfico 17. Medias aritméticas de la segunda dimensión de la plataforma: pedagógica _____	173
Gráfico 18. Dimensiones del análisis del juicio de expertos _____	174
Gráfico 19. Actividad del profesor y del alumnado _____	194
Gráfico 20. Gráfico de barras con la actividad de la plataforma por cursos _____	195
Gráfico 21. Variables de estudio de la plataforma educativa-musical _____	196
Gráfico 22. Conglomerados de la plataforma educativa (número de registros) _____	199
Gráfico 23. Modelo CRT de la plataforma educativa (número de registros) _____	203
Gráfica 24. Modelo CHAID (segmentación de la plataforma educativa) _____	205
Gráfico 25. Gráfico de distribución de la variable <i>module</i> _____	207
Gráfico 26. Enlace fuerte entre el módulo <i>course</i> y la acción <i>view</i> _____	209
Gráfico 27. Enlace fuerte módulo <i>forum</i> y la acción <i>view discussion</i> _____	210
Gráfico 28. Malla rectangular que muestra los enlaces fuerte entre el módulo <i>forum</i> y la acción <i>view discussion</i> _____	210
Gráfico 29. 3D scatter plot referido a las variables <i>userid</i> , <i>module</i> y <i>course</i> _____	211
Gráfico 30. Porcentaje de faltas acumuladas en el registro de incidentes críticos entre el alumnado de todas las materias durante el curso _____	216
Gráfico 31. Diagrama de sectores con el registro de incidentes críticos según cursos _____	217
Gráfico 32. Porcentaje de faltas acumuladas según tipología en todas las materias _____	218
Gráfico 33. Evolución positiva de la actitud del alumnado con el Modelo Bordón _____	209
Gráfico 34. Gráfico de barras con la representación de los resultados del estudio sobre actitud y género _____	210



## Introducción

---

Esta investigación se basa en la aplicación y evaluación de un modelo pedagógico para la Educación Musical en centros TIC de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), que hemos experimentado durante el curso 2005/2006 en el Centro Público Jesús del Gran Poder en la población de Dos Hermanas (Sevilla).

El *objetivo general* que nos planteamos en nuestro trabajo consiste en realizar la evaluación del diseño, el proceso y el impacto de *un modelo intercultural de gestión del conocimiento musical en centros TIC de la ESO*, a partir de los datos generados por el alumnado en nuestra comunidad virtual de educación musical, con el fin de proponer nuevos procesos y recursos para el aprendizaje musical en entornos de formación colaborativos, así como proveer información útil al profesorado de Educación Musical para incrementar los aprendizajes musicales del alumnado en la ESO.

La *filosofía de nuestro trabajo* plantea las ventajas de hibridar música y TIC, arte y nuevas tecnologías, sociedad de la comunicación y educación emocional, aspectos que tratamos de aunar y conciliar con el fin último de mejorar la calidad de los procesos de aprendizaje musical en las escuelas de hoy en día. En este sentido, a través de la música, apoyada por las bondades de la sociedad de la información y la presencia de Internet, exponemos una metáfora sociocultural e intercultural (integrando sociedades y culturas diversas en espacios compartidos). Ya desde la antigüedad, la música, se considera armonía, conciliación de contrarios u opuestos y posee un enorme valor educativo procurando valores que mejoran y desarrollan al individuo a un nivel físico y espiritual. Por ello, mediante la Educación Musical potenciamos el diálogo orientado al entendimiento. No concebimos la diferencia desde el plano de la alteridad como déficit sino como enriquecimiento colectivo, propiciando espacios comunes de comunicación y respeto, siendo nuestras voces individuales como las distintas voces e instrumentos de una orquesta que conforman una perfecta armonía y dónde cada músico se expresa con su propia voz, que es apreciada por el resto de los músicos que le acompañan en la interpretación colectiva de una obra artística y musical.

En nuestro modelo intercultural empleamos plataformas de teleformación como forma novedosa de trabajo en el área de música en la ESO. El alumnado trabaja diariamente con una de las plataformas más conocidas del mercado de software libre: Moodle (*Modular Object Oriented Learning Enviroment*), sistema que funciona de manera parecida a una página web de Internet. Todo *el alumnado se conecta a Internet a través de sus ordenadores en el centro TIC y sus trabajos son enviados al sistema de manera que todos/as sus compañeros/as pueden ver lo que hacen y compartir sus conocimientos y experiencias en colectividad*. Moodle permite una metodología mixta de aprendizaje comúnmente denominada aprendizaje mixto o *blended-learning* (que permite trabajar con TIC en clase y en casa, de forma presencial y a distancia). Con este mismo sistema dirigimos los procesos educativos conjuntos en los cuatro niveles de secundaria (desde primero a cuarto, como en las escuelas unitarias).

Moodle, es un sistema gratuito (*open source*) alternativo a otras soluciones comerciales más costosas, como Blackboard, VirtualProfe o WebCT. Además, aporta la posibilidad de aplicar principios pedagógicos constructivistas, con un diseño modular

que hace fácil agregar los contenidos que motivan a los estudiantes. El alumnado, a través del modelo de trabajo propuesto, *genera todo tipo de materiales con software de diversa índole* en el sistema operativo Guadalinux (también de libre distribución y originario de la comunidad autónoma de Andalucía), como el procesador de textos OpenOffice, el editor de páginas web Mozilla Editor, el grabador de sonidos Audacity, el generador de presentaciones Impress, el editor de partituras Rosegarden y el editor de video Kino, combinando múltiples elementos textuales, imágenes, enlaces con otras páginas o archivos, sonidos y videos al mismo tiempo en un mismo documento. Elementos y actividades, como grabar sus experiencias musicales en video y en audio con el objeto de evaluarlos posteriormente, seleccionar contenidos digitales de interés y compartirlos con su comunidad de aprendizaje colaborativo en red, forman parte del trabajo habitual del alumnado, que emplea como medio tecnológico principal una plataforma telemática.

Planteamos, a corto plazo, la *adaptación de este modelo a otros centros multiculturales* especialmente diversificados con el propósito de conseguir un modelo educativo que integre todos los intereses y motivaciones del alumnado. Esta tarea, debe realizarse con la debida prudencia, adaptando las características de nuestro modelo pedagógico a un contexto lo más amplio posible y diversificado de escuelas multiculturales, aunque, no debemos perder de vista que han de estar bien dotadas en cuanto a tecnologías en el aula, especialmente Internet para el trabajo colaborativo del alumnado y de uso cotidiano.

Nuestro modelo educativo promueve entre sus actividades, la *participación del alumnado en un proyecto de creación de una orquesta escolar*, en la que no sólo intervienen los estudiantes sino también músicos profesionales, colaboradores y el propio profesorado. El repertorio se diseña de manera conjunta entre alumnado y profesorado (cabría también la participación de otros miembros de la comunidad educativa), adaptándolo al contenido propio de la Educación Musical en la ESO (música de distintos períodos de la historia, música culta, flamenco,...). La orquesta actúa en otros centros educativos y teatros (en proyectos musicales conjuntos con otros institutos de secundaria) y además ofrece conciertos didácticos para estudiantes de diversos niveles sociales y educativos. Además de la música elegida e interpretada

conjuntamente en la orquesta escolar, *crean sus propias coreografías de baile de distintos estilos*. En la preparación de estas actividades de aprendizaje, dedicamos una gran cantidad de horas de ensayo tanto dentro como fuera del horario lectivo.

A nivel metodológico, el apartado de nuestro trabajo que consideramos más novedoso en el campo de los métodos de investigación musical, es el relativo a la *minería de datos educativos* (Educational Data Mining o EDM) aplicada a la música. Dada la utilización de una plataforma telemática para la Educación Musical en nuestro trabajo, estudiamos la *ingente cantidad de datos* que se genera en dicho soporte. Esto conlleva la necesidad de emplear nuevas técnicas de análisis de información desde el campo de la minería de datos o *data mining*, que de manera automática, mediante la creación de modelos estadísticos, procesen los datos recogidos, de forma que extraigamos conocimiento relevante y significativo para la investigación. Según Minarei-Bidgoli<sup>1</sup> (2004), a partir de esta necesidad, emerge una nueva disciplina o campo de estudio llamado *Knowledge Discovery in Databases* (descubrimiento del conocimiento en bases de datos conocido con las siglas KDD) o *Data Mining* (minería de datos). Este hecho ha atraído la atención de numerosos profesionales y expertos en el diseño de bases de datos, la estadística, la banca, el marketing, el aprendizaje a través de máquinas, la visualización de datos y en nuestro caso, la Educación Musical con nuevas tecnologías. Los eventos científicos más importantes, en relación con la minería de datos educativos han sido el I Congreso Internacional sobre EDM (celebrado en Montreal en el año 2007) y el II Congreso Internacional sobre EDM (celebrado en Córdoba en el año 2008).

A continuación, de forma resumida, mostramos el contenido de cada uno de los capítulos del presente trabajo:

En el *capítulo 1*, referido a la Educación Musical con TIC, desarrollamos aspectos generales en cuanto a la utilización de las TIC en el aprendizaje musical y las diferentes investigaciones que se han hecho en este sentido, la mayoría de ellas en

---

<sup>1</sup> Minarei-Bidgoli, Behrouz (2004). *Data Mining for a web-based educational system*. Disertación para la obtención del título Doctor of Philosophy. Universidad de Michigan.

Estados Unidos, donde la teleformación presenta un nivel de avance mucho mayor que en el resto de países del mundo.

El *capítulo 2*, trata sobre la inclusión de la *evaluación de objetos de aprendizaje musical*. Los objetos de aprendizaje que planteamos en este capítulo son los que luego mostramos en el apartado empírico, pertenecientes al diseño de las actividades online de la plataforma educativa-musical (foros, lecciones, chats, tests de conocimientos musicales), la actitud, el trabajo y el aprendizaje musical del alumnado.

El *capítulo 3*, habla sobre el *modelo de gestión del conocimiento musical* que presentamos en nuestro estudio. Este modelo se apoya en conceptos básicos de la teoría sociocultural y está vinculado a la formación con plataformas telemáticas aplicadas a la Educación Musical.

El *capítulo 4*, aborda el *Educational Data Mining* (minería de datos educativos) en la educación musical online. El objetivo de esta disciplina de estudio es aplicar modelos estadísticos descriptivos y predictivos al campo de la teleformación musical. Para el desarrollo de esta idea, proponemos una metodología de trabajo a través del EDM musical, mediante una serie de fases de trabajo con los datos recogidos en nuestra plataforma de teleformación y que es aplicable a cualquier sistema de teleformación y que registre la información en tablas como las plataformas WebCT o Moodle.

El *capítulo 5*, plantea el *problema de investigación y diseño de los objetivos* del trabajo, así como las herramientas construidas para el desarrollo de la investigación, tales como las herramientas informáticas de software libre de nuestro sistema operativo, Guadalinux (proyecto promovido desde la Junta de Andalucía), la edición de textos, imágenes, videos y la escritura de partituras asistida por ordenador.

En el *capítulo 6*, mostramos los resultados obtenidos en nuestro trabajo. En este apartado, destacamos por su novedad en el campo de los métodos de investigación educativa, la aplicación de técnicas procedentes de la ingeniería informática, denominadas *minería de datos (data mining)*, que empleamos en la confección de modelos estadísticos con la enorme cantidad de datos de la plataforma educativa-

musical de nuestro modelo pedagógico. La información que mostramos arroja resultados positivos tanto en los *análisis cualitativos*, con la mejora de la motivación, la actitud y el aprendizaje musical y en los *análisis cuantitativos*, el diseño de la plataforma-web, y los resultados obtenidos en el análisis de su proceso de uso mediante el data mining.

El *capítulo 7*, recoge las conclusiones a las que llegamos tras el proceso de investigación en nuestro estudio. Las conclusiones las dividimos en los tres apartados o dimensiones que atiende nuestro trabajo: la evaluación del diseño, el proceso y el impacto del modelo de gestión del conocimiento educativo-musical basado en las TIC. Se plantea en este marco, a la minería de datos educativos como campo de futuro, cuyas líneas más destacables son la *evaluación de objetos digitales de aprendizaje y análisis de la actividad generada en las plataformas telemáticas*.

El *capítulo 8*, muestra algunas posibilidades de expansión y desarrollo de nuestro trabajo de investigación mediante proyectos de innovación educativa. Dentro de este capítulo destacamos la utilidad de nuestro estudio en el campo de la Educación Musical y los *métodos de investigación y diagnóstico educativo-musical*.

Con estos ingredientes, le ofrecemos este trabajo de investigación y esperamos que sea de utilidad para la comunidad científica y educativa en su conjunto.



PRIMERA PARTE

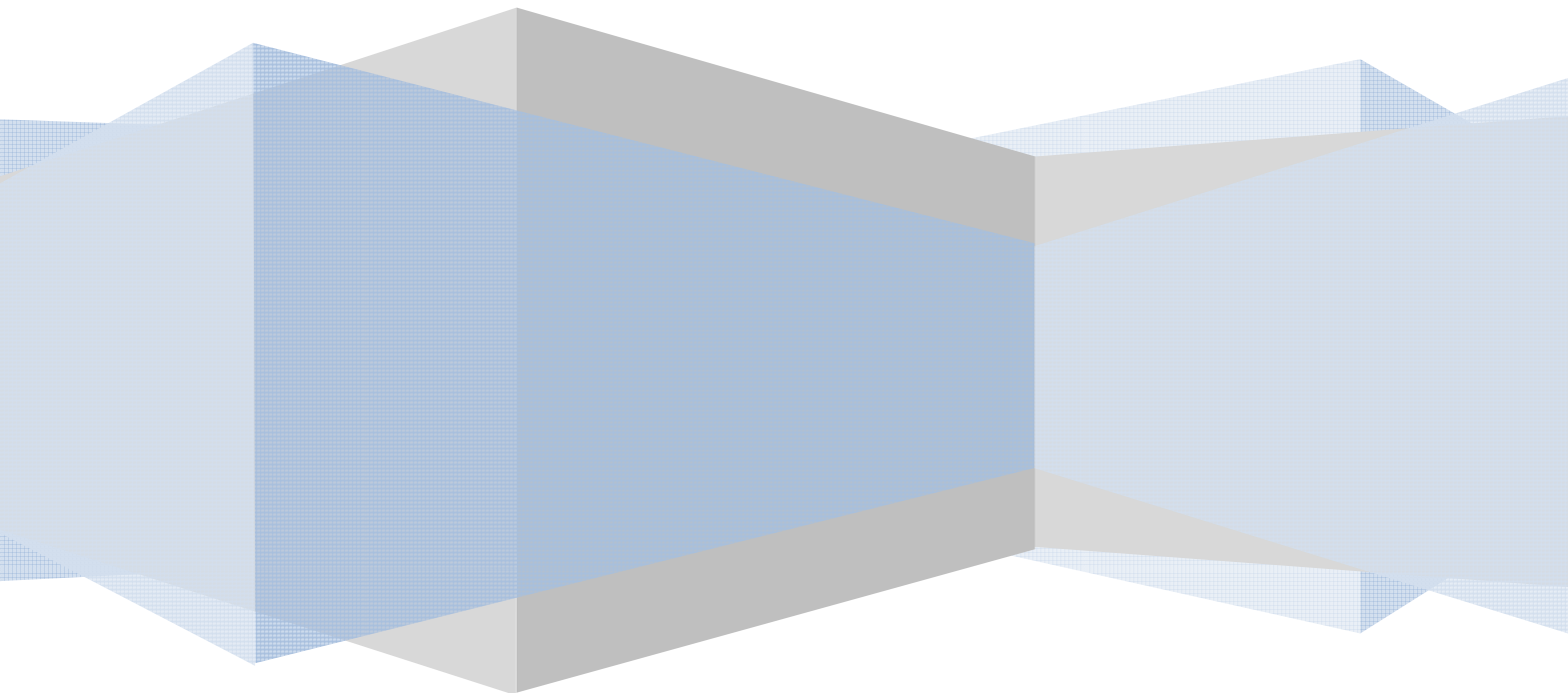
# FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Capítulo 1. Educación Musical en centros TIC de Educación Secundaria Obligatoria

Capítulo 2. Investigación evaluativa y objetos digitales de aprendizaje musical

Capítulo 3. Creación de un modelo sociocultural de gestión del conocimiento educativo-musical basado en las TIC

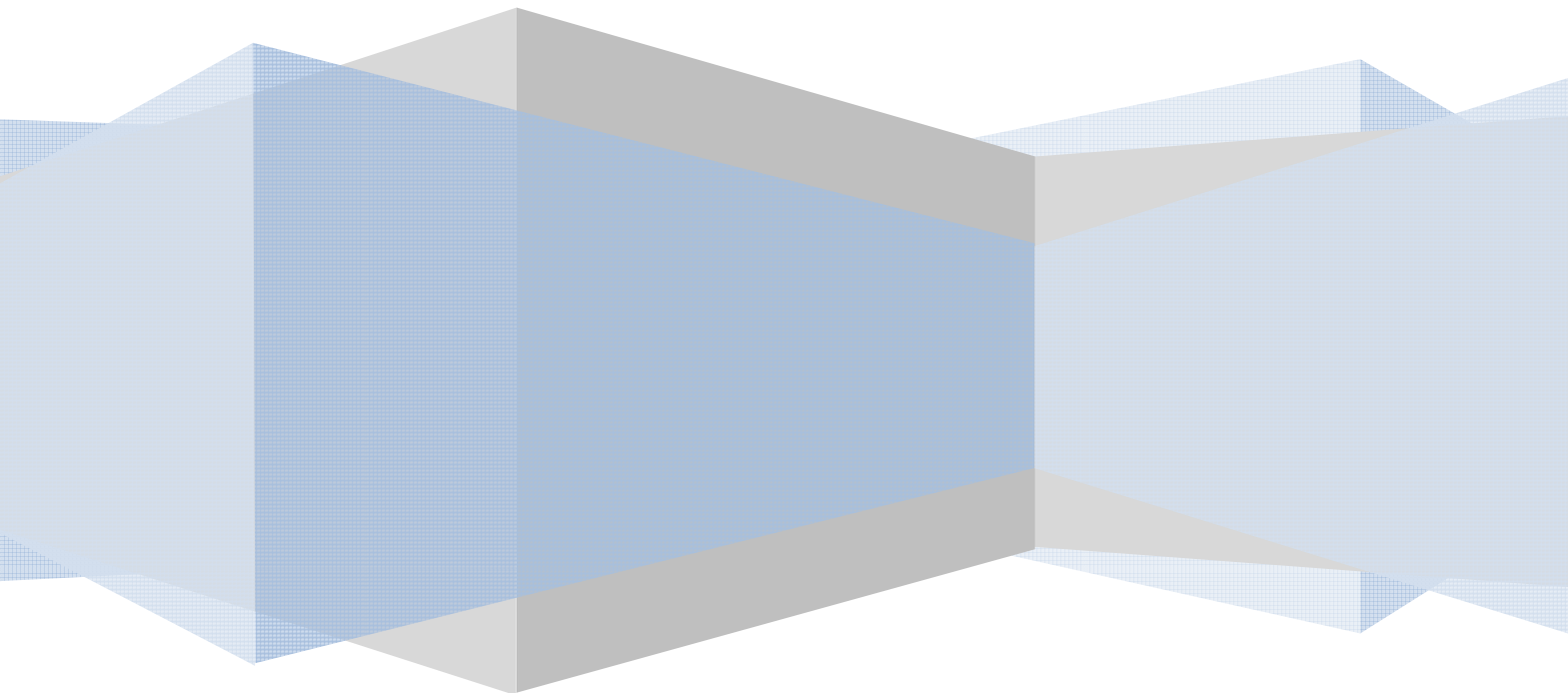
Capítulo 4. La minería de datos educativos aplicada a la Educación Musical en la ESO con plataformas de teleformación





# Educación Musical en centros TIC de Educación Secundaria Obligatoria

1. Introducción a la Educación Musical con TIC
2. Aplicaciones e implicaciones de la telemática en la Educación Musical
3. Experiencias de Educación Musical online
4. La plataforma educativa para la Educación Musical en Secundaria Obligatoria: El Moodle Musical
5. Sobre la Educación Musical con herramientas telemáticas en la Educación Secundaria Obligatoria





## ***Capítulo 1. Educación Musical en centros TIC de Educación Secundaria Obligatoria***

---

### **1. Introducción a la Educación Musical con TIC**

Durante mucho tiempo ha existido la idea de que música y tecnología son dos cosas distintas pero esta concepción se aleja de la realidad. Tal y como señalan Hunt y Kirk (1997), entre la música y la ingeniería se puede producir una simbiosis enriquecedora. La tecnología puede incluso, ayudar a los ingenieros dentro de su proceso de formación. La educación tradicional de los ingenieros está basada en las matemáticas y la física y esto supone acercamiento cuantitativo y reduccionista de la ciencia. Es por ello por lo que proponemos el desarrollo de aspectos creativos en estas disciplinas, a través de la música. A la vez la música se beneficia de los adelantos y facilidades que proporcionan las nuevas tecnologías en diversos apartados. En este

sentido, en 1986, la Universidad de York empezó a impartir un curso de posgrado sobre tecnología musical, el cual estaba dividido en los siguientes temas: *música electroacústica*, que introduce a los estudiantes en la música que va a ser creada con medios electrónicos y ordenadores, promueve el desarrollo de nuevos instrumentos y nuevas formas de producir el sonido; *procesamiento de señal sonora*, disciplina que tiene relación con las telecomunicaciones y como trabajan con las ondas o señales de radio; *fundamentos informáticos*, hace un recorrido por los distintos periféricos con los que trabaja la tecnología musical como por ejemplo el sistema MIDI, que permite compartir un lenguaje común entre sintetizadores y ordenadores; *acústica y psicoacústica*, aborda cuestiones como la teoría de la percepción sonora y cómo el procesamiento digital del sonido afectan al oyente; por último, *programación informática y aplicaciones musicales*, se refiere al arte de la programación y el software informático disponible en el mercado para el trabajo musical. *La relación entre Música y Tecnología es tan estrecha que ha transformado profundamente no solo las estructuras de creación, producción y consumo musical, sino que es un estímulo generativo incesante del escenario educativo y cultural en el que vivimos* (Proyecto MOS, 2006).

Sin embargo y desde una actitud más crítica con la realidad educativa española, Tejada (2004) señala que el empleo de las TIC en el aula de música en la secundaria, en ocasiones, equivale a construir una casa por el tejado en lugar de por los cimientos (sobre todo en el desarrollo de destrezas en lectoescritura musical). Hecho que justifica por la falta de horas en la asignatura de música en secundaria y las escasas posibilidades no solo horarias sino también de espacio físico en el aula para actividades de música y movimiento.

La Educación Musical ha pasado por muchos cambios a través de la historia, determinados fundamentalmente por las diferencias culturales y por procesos de transformación social. La manera de producir, aprender y enseñar siempre estuvo ligada a los medios de producción disponibles de cada cultura y en cada época de la historia de las civilizaciones. Tavares (1986) afirma que las técnicas y los medios disponibles para la elaboración y la producción de formas artísticas, ya sea en soporte concreto o virtual, son elementos que condicionan la producción y la creación artística; igualmente son

decisivas para entender cómo el hombre de cada período se relaciona artísticamente con los medios de producción. Para Lazzetta (1997) además de los elementos culturales, los entornos sociales y los medios de producción disponibles, la realización musical siempre estuvo sujeta a la existencia de una condición básica pero, no obstante, de extrema importancia: la audiencia, es decir, que a la hora de esta realización, se precisa de alguien que ejecute y de alguien que escuche, condición que cambia a partir del momento en que las tecnologías empiezan a integrarse en los entornos musicales.

En este sentido Fubini (1994) comenta que la educación musical ha sufrido muchos cambios en los últimos años y se ha complicado como nunca en la historia su estudio. Antes era apenas un problema de especialización, tenía el único objetivo de entrenar y adquirir una serie de conocimientos, destinados fundamentalmente a un público de tipo burgués (Romanticismo musical en el siglo XIX). Sin embargo, el problema que se le plantea a la educación musical es tanto cuantitativo como cualitativo, provocado por la enorme cantidad de escolares que tienen necesidad de un contacto con la tradición popular y culta en la educación, la pluralidad de manifestaciones musicales de diversa índole y la difusión de la música a través de medios mecánicos de reproducción.

Con el desarrollo de las nuevas tecnologías la forma de adquisición de conocimientos musicales se ha diversificado y ha crecido enormemente. Con el objetivo de contribuir a la educación musical aportando ideas y nuevos modos de acercamiento a la misma nos proponemos con nuestro trabajo la confección de un modelo pedagógico basado en TIC dentro del ámbito de la teoría del enfoque sociocultural.

La aplicación de las nuevas tecnologías a la educación musical se ha incrementado en los últimos tiempos de manera considerable, propiciada por la rápida evolución de la sociedad de la información. En la actualidad contamos con numerosas aplicaciones aplicadas al campo de la música como editores de partituras, grabadores de sonido o programas de síntesis sonora. Además de los programas musicales específicos no podemos perder de vista otras aplicaciones que nos ayudan en el trabajo diario en el

aula en nuestra asignatura como procesadores de texto, programas de presentaciones, programas de dibujo, bases de datos, hojas de cálculo y por supuesto la red Internet a la que no hallamos conectados en nuestras aulas y que nos permite consultar páginas web, acceder a foros, videos y sonidos, así como recursos de diversa índole.

Debido a la necesidad de adaptaciones en los currículos musicales para el uso de las TIC, planteamos como medida urgente la proliferación de investigaciones y trabajos serios y rigurosos en este sentido. Cabría señalar que nos encontramos ante la tarea de acercar la música a un nuevo tipo de audiencia. Como comenta Adell (1998), las relaciones existentes entre el hecho musical y su recepción –los lugares y los medios donde y a través de los cuales se escucha y se “mira” la música – han sido modificadas a lo largo de los últimos años por la aparición de las nuevas tecnologías.

El *Technology Institute for Music Educators* (TIME) (2000) identifica siete áreas de aplicación de las nuevas tecnologías en la educación musical:

1. *La utilización de instrumentos electrónicos.* Este tipo de instrumentos permiten tanto la creación de nuevos sonidos como la emulación de instrumentos acústicos convencionales. Aparte de ello, una gran ventaja estriba en sus múltiples posibilidades conectándolos con otros dispositivos vía MIDI: por ejemplo, generación automática de partituras, ejecución con acompañamiento, grabación, etc.
2. *La secuenciación mediante programas MIDI.* Al utilizar un instrumento musical generamos una serie de sonidos con un *tempo* y una serie de características variables; estos aspectos son convertidos en fragmentos de información ordenados y procesados cuando utilizamos un dispositivo MIDI. Para ello empleamos un *secuenciador*, que es un programa que permite almacenar y recuperar dicha información cuando el usuario lo requiera, además de permitir editar cuantos parámetros desee (timbre, intensidad, tiempo, etc.).



3. *La creación de partituras.* Existen numerosos programas de notación musical que facilitan su labor creativa a los músicos. Al igual que un procesador de textos, permiten la edición de cualquier parámetro, copiar, cortar, pegar e imprimir la partitura que hemos creado. Normalmente suelen incluir el protocolo MIDI, lo que nos permite comprobar como suena la partitura que estamos escribiendo en cualquier momento de su creación.
4. *La enseñanza asistida por ordenador.* Consiste en aquellos materiales creados para ayudar a los estudiantes en sus aprendizajes, abarcando diversidad de campos desde historia y teoría de la música hasta entrenamiento de habilidades auditivas. Pueden contar con un sistema de evaluación y de registro del progreso de los avances del estudiante.
5. *Multimedia y medios digitales.* Las posibilidades de los ordenadores para combinar información en diferentes formatos hacen de ellos una potente herramienta de apoyo para la educación musical. No sólo los profesores sino también los alumnos pueden crear documentos sobre múltiples temas de su interés incorporando sonidos digitales, fragmentos de video, ilustraciones o textos. Esto nos permitiría crear, por ejemplo, una presentación sobre Mozart que integre textos, videos, sonidos e imágenes.
6. *Internet y telecomunicaciones.* Internet supone en el campo de la música al igual que en otras áreas de conocimiento, una fuente amplísima de recursos e información. Podemos localizar gran cantidad de recursos, como archivos musicales en formato MIDI, partituras, videos musicales e incluso libros de música completos, como el que ofrece Rodríguez Alvira (2000) en su sitio web. También podemos intercambiar materiales y opiniones a través de foros o chats, disponibles de forma gratuita en la red.
7. *Procesamiento de la información, sistemas informáticos y laboratorios.* El ordenador es un recurso muy completo que posibilita al docente planificar sus tareas, crear documentos, almacenar datos del alumnado, etc. El hecho de

disponer de la posibilidad de tener los equipos conectados en red o tener una red interna con recursos para el trabajo específico de la asignatura puede ser una herramienta de enorme valor.

Feldstein (2001), hace un análisis de los componentes de la educación musical y las nuevas tecnologías. Trata sobre las posibilidades de los *sistemas de reproducción del sonido* en la enseñanza musical, el valor de *la imagen y el video*, el desarrollo de *los instrumentos electrónicos* y el sistema *MIDI*, las ventajas *sistemas de grabación musical*, el *desarrollo de los ordenadores y el software musical* y concluye con la publicación *The Yamaha Advantage*<sup>1</sup>, donde se crea un comunidad web a través de Internet, para padres, estudiantes y profesores, que desarrolla la instrucción y la formación musical. La página web ofrece a los padres la posibilidad de conocer las últimas que se están haciendo sobre investigación en educación musical. Además les anima a promover el estudio de la música en sus hijos. El profesorado puede compartir sus ideas e interactuar con los autores y compositores de la comunidad virtual. También pueden descargar herramientas y utilidades para sus clases. Los estudiantes tienen la posibilidad de descargar canciones y ejercicios extras que les ayuden en su formación musical.

En el modelo pedagógico que proponemos, el alumnado cuenta con una plataforma de formación denominada Moodle que ha sido adaptada para la asignatura y que cuenta con una gran cantidad de recursos para el trabajo diario dentro y fuera del aula.

## **2. Aplicaciones e implicaciones de la telemática en la Educación Musical**

Para evidenciar la importancia que tiene el uso de las TIC en la Educación, en general y en la Educación Musical en particular, nos apoyamos en el informe Mundial de la UNESCO acerca de la educación: *Los docentes y la enseñanza en un mundo en mutación* (UNESCO, 2008). En él se señala que las nuevas generaciones están entrando

---

<sup>1</sup> <http://www.giles.com/yamaha1/pressreleases/BnO/advantage.htm> (consultado 27/01/07).

en un mundo que atraviesa por importantes cambios tecnológicos, científicos, políticos, económicos, sociales y culturales. El surgimiento de la sociedad del conocimiento está transformando la economía a nivel mundial y la situación de la educación.

La *telemática* (*informática + telecomunicaciones*) ha logrado suponer algunas limitaciones como son:

1. *La distancia*. No importa que el proceso de la comunicación se realice entre puntos separados entre sí por miles de kilómetros para que la comunicación sea de calidad.
2. *El tamaño*. La información que ocupaba antes mucho espacio en papel ahora puede estar almacenada en una pequeña porción del disco duro de un ordenador.
3. *El espacio*. El concepto del “aquí” desaparece para que pueda haber una comunicación de primer nivel.
4. *El tiempo*. Se supera la necesidad del “ahora”, la comunicación asíncrona en este aspecto nos ofrece grandes posibilidades.
5. *La velocidad de transmisión*. Los 30 volúmenes de una enciclopedia podrían descargarse de un servidor en cuestión de varios segundos, por lo tanto, la transmisión del conocimiento va a ser veloz y dinámica.
6. *El volumen total del conocimiento*. Nos vamos a encontrar con una enorme cantidad de conocimiento. Los estudiantes de secundaria que completan sus estudios en los países industrializados han sido expuestos a más información que la que recibían sus abuelos durante toda su vida.
7. *El abaratamiento del coste*. Los ordenadores son actualmente millones de veces más potentes que hace cincuenta años. Si tomamos como

ejemplo la industria del automóvil, un auto costaría hoy, una cantidad insignificante de dinero, de haber progresado a ese mismo ritmo.

8. *Los cambios.* Posiblemente en las próximas tres décadas se producirán cambios equivalentes a todos los producidos en los últimos tres siglos.
9. *La velocidad en la evolución.* Mientras que la radio, desde su nacimiento, tardó cincuenta años en llegar a cincuenta millones de personas, la televisión llegó a esa misma cifra en trece años, e Internet alcanzó esa cantidad en cuatro años solamente.

A continuación, como resumen mostramos en la figura las aportaciones de la telemática en el campo de la educación, anteriormente citadas, para la sociedad del conocimiento.

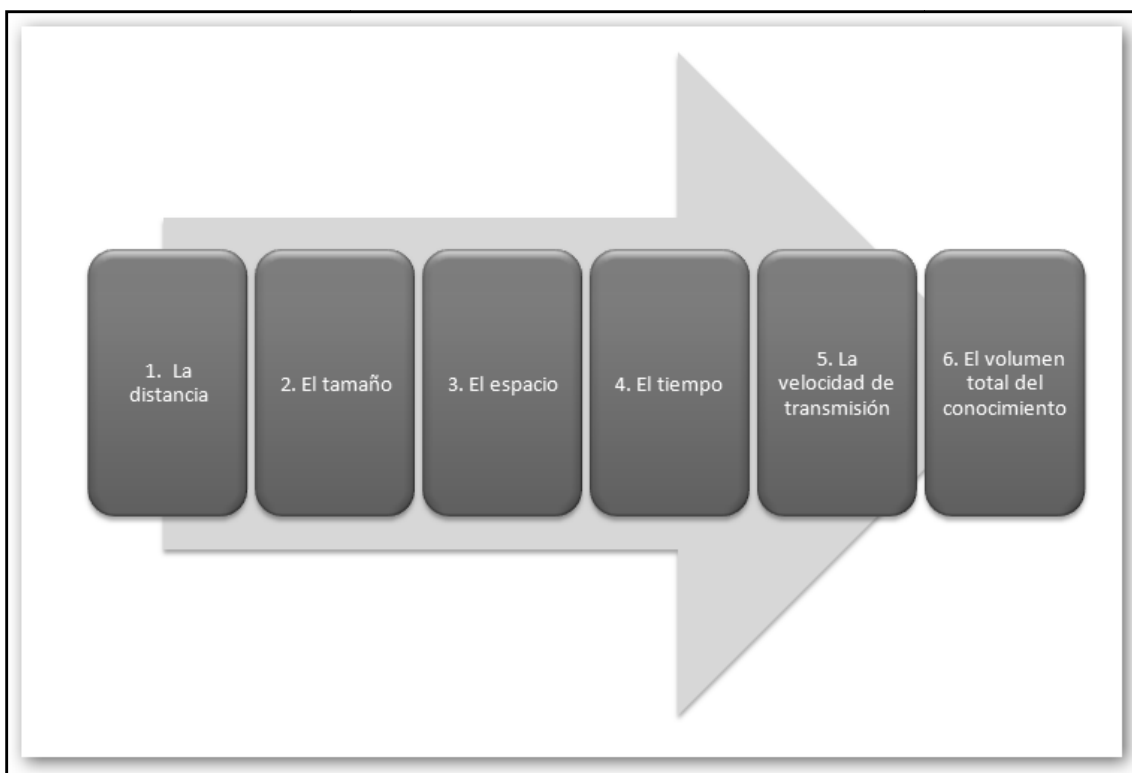


Gráfico 1. Factores en los que ha influido la telemática en la sociedad del conocimiento.

Haciendo un *recorrido general por las teorías de aprendizaje y su aplicación a las TIC* podemos hablar de tres teorías de aprendizaje que a nuestro juicio han sido las más relevantes a lo largo del siglo XX: la teoría conductista, la teoría del procesamiento cognitivo de la información y la teoría constructivista.

*La tradición conductista. La enseñanza asistida por ordenador (EAO).* Entre 1950 y 1960 tuvieron lugar las primeras experiencias y proyectos de utilización de los ordenadores en la enseñanza. Los usos educativos de los ordenadores comienzan con la aparición de los CAI (*Computer Asisted Instruction*) o en castellano EAO (Enseñanza Asistida por Ordenador). La EAO es el enfoque de tecnología educativa más usado en los últimos treinta años.

La versión actualizada de la EAO son los llamados programas educativos multimedia, en soporte CD-ROM, también denominados multimedia educativos. Estos materiales no sólo se crearon para uso escolar sino que también se generaron como materiales de uso doméstico o complemento de formación académica. Con respecto a los primitivos sistemas de EAO los nuevos CD-ROM ofrecen una mayor flexibilidad de contenidos, interactividad entre el sujeto y el programa, la interfaz y el diseño gráfico es más intuitivo, agradable y sencillo de usar.

*El procesamiento cognitivo de la información. Los sistemas tutoriales inteligentes y los hipermedia adaptativos.* Otro de los factores de más importancia en la aplicación de la informática a la enseñanza es el denominado ITS (*Intelligent Tutorial System*) que desarrolla programas educativos en el marco de la inteligencia artificial. Estas experiencias se apoyan en las aportaciones de la denominada psicología del procesamiento de la información, que describe el comportamiento del cerebro humano como una computadora. Los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) intentan trasladar a las máquinas digitales los procesos cognitivos de actuación humana en la toma de decisiones. La inteligencia artificial y su posterior evolución, llevó a formular el concepto de sistemas expertos, entendido como la capacidad de toma de decisiones realizada por una computadora con arreglo a una base de conocimientos, que se ha suministrado anteriormente.

La idea de los ITS, es desarrollar software que capture el conocimiento mismo que permita que la máquina se adapte al nivel de conocimientos del sujeto. *Un sistema tutorial inteligente está configurado por cuatro componentes o dimensiones: un modelo de conocimiento experto, un modelo de estudiante, un modelo didáctico y una interfaz.*

El *módulo de conocimiento* experto contiene representación de conocimiento experto en los ámbitos de proceso de evaluación, enseñanza-aprendizaje, aprendizaje humano y metodología de enseñanza. Será el razonador donde se almacenará la base de conocimiento y los mecanismos de resolución de problemas. Este módulo será el responsable de dirigir la ejecución del módulo “Modelo Didáctico”, contando con los datos del módulo “Modelo del alumno”.

El *módulo “Modelo del estudiante”* contiene el cuerpo de conocimientos que definen al usuario y lo muestran desde diferentes ángulos de visión, como los aspectos psicológicos que caracterizan el proceso de aprendizaje o el dominio del tema a tratar. Este módulo recoge la evolución del alumno modela su estado mental diciendo lo que sabe o no sabe, adaptándose el sistema a la base de sus respuestas.

El *módulo “Modelo Didáctico”*, cumple la función de tutor y contiene la información necesaria para decidir qué tareas se le presentan al estudiante con respecto a los objetivos cumplidos. Este módulo es el encargado de la activación del módulo interface.

En el *módulo “Interfaz”*, tiene las actividades multimedia (imágenes animadas, imágenes estáticas, sonido, lenguaje oral, escrito, reconocimiento de voz, etc.). El éxito de un programa educativo depende en gran parte de la calidad de sus materiales multimedia.

El enfoque ITS no logró producir los resultados esperados. Como opción secundaria a los mismos, en los noventa, con los hipertextos y las redes telemáticas, surgió el concepto de “material hipermedia adaptativo” (Brusilovsky, 2000):

“Una limitación de las aplicaciones hipermedia estáticas es que ofrecen la misma página de contenido y los mismos enlaces a todos los usuarios... Un hipermedia adaptativo es una alternativa al enfoque tradicional de lo mismo para todos. Los sistemas adaptativos hipermediales elaboran un modelo de metas, preferencias y conocimiento de cada sujeto individual y utilizan este modelo en la interacción con el usuario con la finalidad de adaptar el hipertexto a las necesidades del sujeto” (Brusilovsky, 2001: 1).

*El enfoque constructivista en el aprendizaje a través de ordenadores.* Las teorías constructivistas del aprendizaje han influido enormemente en el terreno de la investigación sobre medios y tecnologías de la enseñanza (De Pablos, 1996); sobre todo en el ámbito digital durante los últimos veinte años, siendo de enorme interés en la ingeniería de la computación y en la psicología educativa. El libro de Duffy y Jonassen (1992), *Constructivism and the technology of Instruction*, fue pionero en este sentido.

Kanuka y Anderson (1999), Jonassen y Rohrer-Murphy (1999), Earle (2002), entre otros, han estudiado de forma sistemática las diferentes corrientes constructivistas relacionadas con las tecnologías aplicadas a la educación. Las aportaciones del constructivismo en este sentido podrían concretarse en estos principios:

- Los ambientes de aprendizaje constructivistas deben ofrecer representaciones de la realidad.
- Las representaciones han de evitar la simplificación y deben representar la complejidad del mundo real.
- Los ambientes constructivistas de aprendizaje, deben enfatizar la construcción del conocimiento más que su reproducción.
- Los ambientes de aprendizaje han de ofrecer tareas dentro de contextos que sean reales de significado más que una enseñanza abstracta fuera de contexto.

- Se deben ofrecer entornos de aprendizaje que estén basados en casos reales más que secuencias de aprendizaje predeterminadas.
- Se debe aumentar la reflexión de tipo intelectual sobre la experiencia.
- Se debe aumentar la elaboración del conocimiento dependiente del contexto y el contenido.
- Los ambientes de aprendizaje constructivistas han de basarse en la negociación social entre los alumnos.

En los años setenta, S. Papera, investigador del MIT (Massachusetts Institute of Technology), llevó a cabo un proyecto de uso de ordenadores partiendo de la base de que el conocimiento es el producto de la experiencia reconstruida por el sujeto. Desarrolló un lenguaje específico de programación de software educativo que se denominó LOGO<sup>2</sup>. Lo importante en este lenguaje no es que el sujeto alcance la respuesta correcta sino que construya sus propios conceptos acerca de la realidad. En los ochenta este lenguaje tuvo gran difusión en gran parte del mundo. Sus trabajos han seguido siendo desarrollados por investigadores por investigadores del MediaLab del MIT, como Resnick y Harel.

Actualmente las experiencias basadas en procesos de formación a distancia son uno de los campos más estudiados por el constructivismo sociocultural. Algunos investigadores hablan del CSCL (*Computer Supported Collaborative Learning*) (Koschmann,1996), el CSILE (Computer Supported Intentional Learning Enviroment), los *WebQuest* o metodología de investigación por proyectos a través de web (Dodge, 1995, 2002; March, 2000). Son propuestas que trasladan conceptos vygotskianos, como puede ser el de ZPD (zona de desarrollo próximo o lugar donde se generan aprendizajes de calidad, producto de la colaboración) y la internalización, a entornos de EAO, que apoyados en ordenadores proponen la solución de problemas de manera colaborativa.

---

<sup>2</sup> Del griego *logos*, que significa conocimiento.



Todos los métodos explicados anteriormente (la enseñanza programada, los paquetes instructivos en formato audiovisual, el software educativo y EAO, el multimedia en disco óptico de CD-ROM y la enseñanza online) son muestra de la concepción de los ordenadores como máquinas que permiten individualizar la enseñanza. Sin embargo la IA (Inteligencia Artificial), la ITS (Sistema Tutorial Inteligente) y los Hipermedia Adaptativos son la versión digitalizada más actual de la aspiración de crear máquinas autónomas con capacidad de enseñar.

*En nuestro modelo pedagógico nos basamos en los documentos oficiales y la legislación básica, así como la bibliografía especializada sobre el tema. Asimismo, proponemos la creación de una programación específica, denominada *programación TIC*, que tenga en cuenta el uso de las nuevas tecnologías y las adaptaciones metodológicas pertinentes para el aprendizaje musical, con un *marco teórico sólido y riguroso que avale la calidad de la práctica docente*.*

### **3. Experiencias de Educación Musical online**

En este apartado hacemos un recorrido por los recursos para la educación musical existentes en Internet y las investigaciones musicales vinculadas a la red dentro del ámbito nacional e internacional. El modelo pedagógico empleado en la investigación pretende generalizarse y extenderse, no quedar reducido al ámbito del profesor de un centro concreto con unos alumnos determinados sino expandirse en proyectos de ámbito nacional e incluso internacional, por ello vemos conveniente, conocer las experiencias que tienen lugar en los diferentes ámbitos tanto interno como externo. El empleo de Moodle está en auge y su presencia aumenta tanto a nivel institucional como en aplicaciones educativas españolas y extranjeras.

En cuanto a las investigaciones sobre pedagogía musical y TIC, nos encontramos con escasez de iniciativas. No debemos perder de vista la importancia de la creación de una base teórica firme que apoye cualquier práctica relacionada con las TIC. Uno de los problemas fundamentales de los sistemas de enseñanza a distancia haciendo uso de Internet es la ausencia de un marco teórico adecuado. A partir de esta premisa,

vamos a tratar de sintetizar las ideas que expresan algunos autores en torno al uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el aprendizaje, de manera general y de manera singular en el aprendizaje artístico.

Las nuevas tecnologías, desde nuestro punto de vista, han de ser utilizadas en el entorno escolar pero dentro de un marco teórico que explote al máximo sus potencialidades. Borrás (1998) comenta las posibilidades que ofrece Internet partiendo de tres principios: constructivismo, teoría de la conversación y teoría del conocimiento situado. Añade que Internet se presenta en un entorno de aprendizaje constructivo y abierto. Desde la teoría de la conversación, afronta que Internet es un fenómeno social y aporta los diferentes niveles de experiencia de los individuos a la cultura tecnológica.

En nuestra investigación planteamos un modelo pedagógico de aprendizaje en red, colaborativo. El empleo de Internet facilita el empleo de metodologías docentes basadas en proyectos. Para autores como Adell (1998) los proyectos colaborativos suponen la búsqueda de información (la investigación), la escritura electrónica, las creaciones secuenciales y la resolución de problemas.

En la actualidad apreciamos una *escasez de estudios rigurosos* sobre la formación musical telemática en castellano. La mayoría del material que encontramos en Internet está desestructurado y aparece de manera dispersa y difusa. Falta una concepción teórica más profunda, con criterios más pedagógicos, que hagan de esa multitud de materiales, un contenido estructurado, dotado de sentido y útil para la práctica docente.

El Ministerio de Educación, Política Social y Deporte, para la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en el ámbito escolar, desarrolla materiales educativos que poseen amplia información y enlaces con páginas musicales. La iniciativa más destacada es el *Proyecto MOS*, que contiene aplicaciones didácticas interactivas que desarrollan contenidos para el apoyo de las enseñanzas mínimas de Música en la ESO y Bachillerato.

El empleo de portales educativos (como por ejemplo, Averroes en Andalucía) que integran y organizan la información de Internet posee ventajas y facilita la búsqueda de la información. Otro importante recurso docente es el empleo de buscadores de información. Aparte de estas iniciativas, tenemos algunos potentes motores de búsqueda como GOOGLE o YAHOO (entre otros muchos), que son herramientas básicas para la actividad diaria y la investigación del alumnado. A través de estos buscadores, el alumnado se dedica a buscar, leer, seleccionar y filtrar el conocimiento que no está elaborado en la red, sino que necesita de un esfuerzo por parte del mismo para dotarlo de un significado y adecuarlo a los requerimientos particulares de cada actividad.

La metodología de trabajo que planteamos se centra en el aprendizaje colaborativo telemático, que abarca los diferentes niveles educativos de secundaria. El aprendizaje a distancia, de manera intrínseca, supone la necesidad de colaboración de diversos sectores tanto educativos (alumnos, profesores, padres) como tecnológicos (medios técnicos, infraestructura). Las TIC constituyen en la educación musical una potente herramienta de comunicación que permiten el aprendizaje colaborativo-constructivista. Dentro del aprendizaje colaborativo podemos distinguir dos grupos: el primero de ello lo denominamos *colaboración informal*, que consiste en que no hay un modelo conceptual u organizacional dirigiendo el esfuerzo del trabajo. El otro tipo lo llamamos *colaboración formal*, donde los participantes operan con un modelo conceptual y unos objetivos prefijados con claridad. En nuestro modelo, estos dos niveles interactúan, ya que el alumnado, autorregula y controla su proceso de aprendizaje, a la que vez entra en un proceso de desarrollo de su autonomía, en la realización de tareas cada vez más complejas.

Paulsen (1995) señala que el concepto de comunicación mediada por ordenador está relacionado con las formas en las que las tecnologías de la telecomunicación se han combinado con la informática y redes sociales para ofrecer nuevas herramientas de apoyo a la enseñanza y aprendizaje. De esta manera, los sistemas informáticos nos permiten transferir, almacenar y recuperar la información.

*En el ámbito internacional*, la plataforma puede ser traducida al inglés y ser usada en otros países. Debido a la gran cantidad de contenidos que posee, también se hace viable una adaptación de contenidos en proyectos conjuntos que empleen el modelo pedagógico planteado.

En cuanto a las experiencias que han tenido lugar fuera de España, hemos de decir que son más numerosas y anteriores en el tiempo. Las primeras iniciativas educativas-musicales a distancia consisten en las *estaciones de trabajo ITV (internet television* o canales educativos de televisión a través de internet) (Downs, 1993; Fallin, 1996), que poseen un fondo de pedagogía conductista (Henderson, 1996) y permiten la supervisión del trabajo de los estudiantes, por parte del profesorado (McCloud y Rose, 1995). La Universidad de Iowa puso las dos terceras partes de un máster en música en el sistema ITV del estado (Rees, 1996; Rees y Downs, 1995) y el famoso violinista Pinchas Zuckerman ha usado la videoconferencia en la Manhattan School of Music y Albuquerque, Nuevo Méjico (Smith, 1996).

A mediados de los 80's, gracias a los desarrollos tecnológicos en telecomunicaciones, se diseñó un sistema de *conferencias audiográficas*, que usó la línea telefónica para transmitir en doble sentido la información (envío y recepción de datos), empleando voz, texto y gráficos a través de un ordenador. La ITV simuló clases presenciales que permitían que el aprendiz y el instructor se vieran y se oyeran el uno al otro. Algunos de los primeros esfuerzos de ITV dio cabida a consorcios entre escuelas públicas, industria y universidades para cursos en zonas rurales, en las que no pudieran permitirse los departamentos de educación del estado, emplear profesores especializados (Kansas State Board of Education, 1993).

Los sistemas ITV pueden ser muy caros de construir y mantener, particularmente aquellos que usan Internet y la óptica. Para resultar más baratos, muchos sistemas emplean video comprimido que, aunque ofrecen una calidad inferior de imagen, dan una buena calidad de sonido para la voz humana. Algunos sistemas emplean la denominada *full motion television* que poseen suficiente ancho de banda para producir movimiento fluido de imágenes de video y audio con plena calidad.

Destacamos además, iniciativas como la Iowa Communication Network que opera en 700 lugares con tecnología ITV como centros públicos, universidades y bibliotecas. Las clases se pueden conectar a Internet y tener acceso a un entorno audiovisual de instrucción, que transmite en tiempo real la información en la doble vía de envío y recepción de datos, es decir de forma sincrónica. Además permite el uso de un dispositivo MIDI con teclado.

Otro recurso muy importante ha sido la conexión a Internet. Este medio permite: materiales de los cursos que pueden ser imprimidos, libros de texto, elementos multimedia, emisión de televisión en abierto e ITV, así como servicio de mensajería de Internet, que proporcionan una enorme flexibilidad en la comunicación sincrónica (chats, tutorías virtuales) o comunicación asincrónica (mensajes a tiempo real y correo electrónico). Uno de los primeros estudios sobre educación musical a distancia en entornos colaborativos fue realizado por Chizmar y Williams (1996, 1998, 1999, 2001). Este estudio constructivista incluyó recursos didácticos de diversa índole como portfolios, test y herramientas de comunicación entre el profesorado y el alumnado. Rees (1999), presentó datos de las respuestas de los participantes del “Network for Technology, Composing and Mentoring Project”, usando la composición musical basada en MIDI a través de Internet, con un sistema de *telementorías* (guiando a los estudiantes a través de la red). Reep (1998) y Bauer (1999) estudiaron las respuestas actitudinales de los estudiantes usando Internet en la Educación Musical. El estudio de Reep empleó en su estudio diversas actividades sobre para la práctica vocal basadas en la técnica McClosky y vio que los participantes que usaban este modelo formativo basado en web presentaban una actitud positiva ante las tecnologías educativas aplicadas a la educación musical. Bauer hizo una investigación con más de 70 profesores en cinco países sobre la formación musical a través de Internet. La mayoría de las personas que participaron en la experiencia, estaban interesadas en mejorar su formación, incluso de cara a una orientación profesional. Music Internet Connections (MICNet), empleó a profesores de música de los EEUU para trabajar usando la tecnología musical, dentro de un proyecto de la Northwestern University (Hickey, 1998). Otros proyectos de aprendizaje musical con TIC son: El *Vermont MIDI Project*

(Cosenza y MacLeod, 1998), que hace uso del protocolo MIDI, el *Proyecto Cassandra* (Gilbert, 2000) en Nueva York y el *Proyecto Ruippo* (Ruippo, 1999) en Finlandia.

#### **4. La plataforma educativa para la Educación Musical en Secundaria Obligatoria: El Moodle Musical**

En nuestra experiencia de investigación musical, empleamos una plataforma de teleformación denominada *Moodle*. Moodle es el acrónimo de *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*. Se trata de un software libre para la realización de cursos en línea. Moodle es un software para producir cursos basados en Internet, además de páginas web. Es un proyecto desarrollado para su libre distribución y para apoyar el constructivismo social dentro del marco educativo. Algunas de las ventajas de Moodle son:

- Apoya la pedagogía social constructivista (colaboración, actividades de aprendizaje, reflexión crítica, etc.)
- Apropiado la educación presencial y a distancia
- Interfaz compatible con cualquier navegador
- Fácil de instalar en la mayoría de las plataformas
- De fácil administración: los alumnos pueden crear sus propias cuentas
- Los estudiantes crean un perfil en línea incluyendo sus fotos y descripciones extensas
- Puede elegir el formato del curso por semana, por tema o por tema de discusión basado en un formato social

Los alumnos emplean esta herramienta como punto de referencia en la asignatura de música y todo aquello que realizan tiene un reflejo en Moodle. Sirve de esta manera como medio para compartir, autoevaluar y generar aprendizajes de forma colaborativa a través de la comunicación mediada por las nuevas tecnologías.

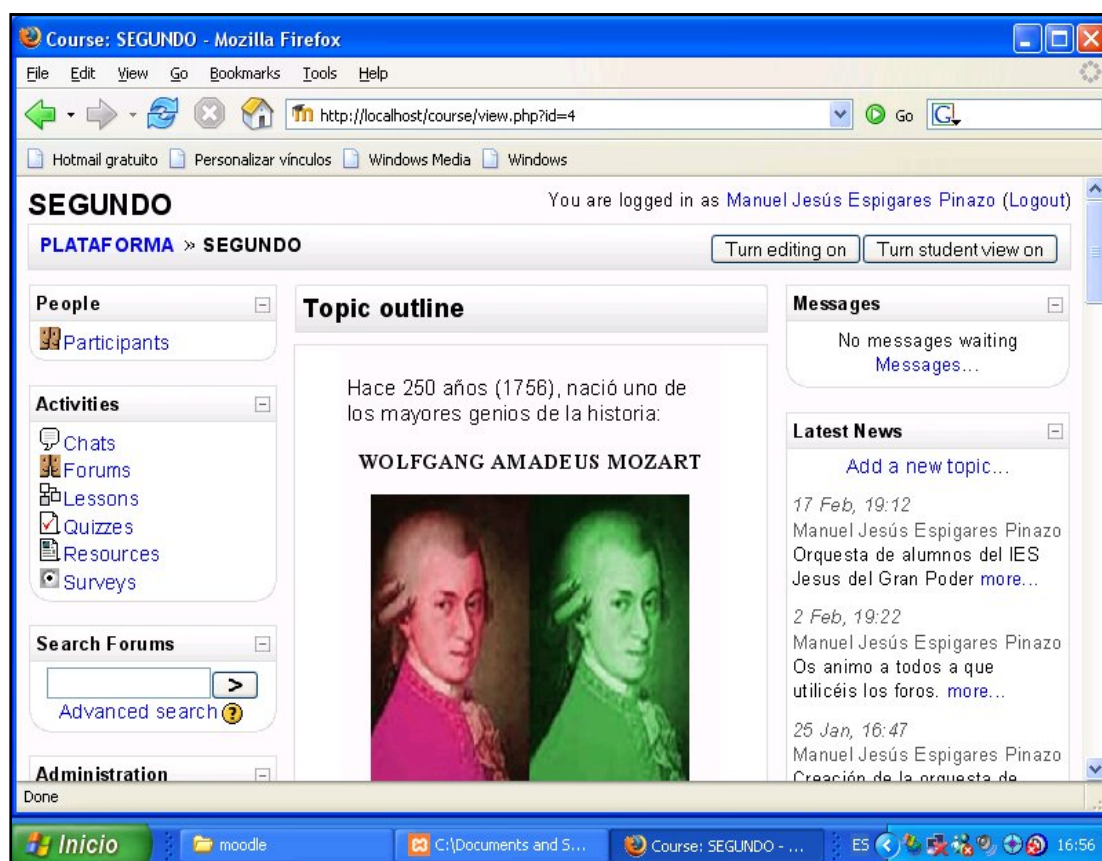


Imagen 1. Plataforma educativa-musical.

Para la confección de esta plataforma educativa-musical nos basamos en una herramienta para la teleformación denominada Moodle<sup>3</sup>, que gratuitamente podemos descargar de Internet. Mediante la adaptación de nuestra herramienta informática, desarrollamos un modelo pedagógico constructivista basado en las TIC, para las clases de música en Educación Secundaria Obligatoria.

<sup>3</sup> Moodle. Documento electrónico en: [www.moodle.org](http://www.moodle.org) (consultado 9/3/06).

## **5. Sobre la Educación Musical con herramientas telemáticas en la Educación Secundaria Obligatoria**

En definitiva, planteamos en este capítulo la escasa cantidad de estudios sobre Educación Musical y plataformas de teleformación por lo que planteamos la necesidad de desarrollar iniciativas en este sentido que potencien las posibilidades de aprendizaje y comunicación que ofrece Internet en la actual sociedad del conocimiento.

*“La presentación de modelos atractivos de enseñanza que traten de explotar las posibilidades multimedia e interactivas de los nuevos soportes, la propuesta de tareas, ejercicios, creaciones y simulaciones en función del grado de consecución de objetivos, o sistemas de control dinámico del progreso en el proceso de aprendizaje a través de diversos métodos de evaluación del alumno”* (Proyecto MOS, 2006). En este sentido orientamos el empleo de las TIC en Educación Musical, desde el campo de los métodos de investigación musical, introduciendo elementos para evaluación que aporten nuevas soluciones y opciones de trabajo, como la educación musical online y los LMS (*Learning Management System* o sistemas de gestión de aprendizaje).

Además de las posibilidades de Internet y las TIC para la comunicación, que exponemos en nuestro capítulo, destacamos de forma paralela deficiencias básicas en el sistema educativo que dificultan el desarrollo del aprendizaje musical del alumnado de la ESO y la adquisición de las competencias curriculares establecidas por las leyes educativas. El profesorado de Música de Educación Secundaria Obligatoria posee actualmente una gran diversidad de modelos de referencia y materiales de iniciación musical, pero sin embargo, se da una enorme carencia en el aula de medios técnicos y musicales para la Educación Musical de nivel medio y superior. Esta dificultad de desarrollo del nivel de aprendizaje musical aparece potenciada por la dotación de materiales de los centros de secundaria que consiste de forma casi exclusiva en instrumental Orff, instrumentos idiófonos o metalófonos, pequeña percusión, triángulos y claves, que pertenecen a la etapa de educación primaria y no a un nivel medio de enseñanza musical acorde al currículo establecido (que abarca “teóricamente” y de

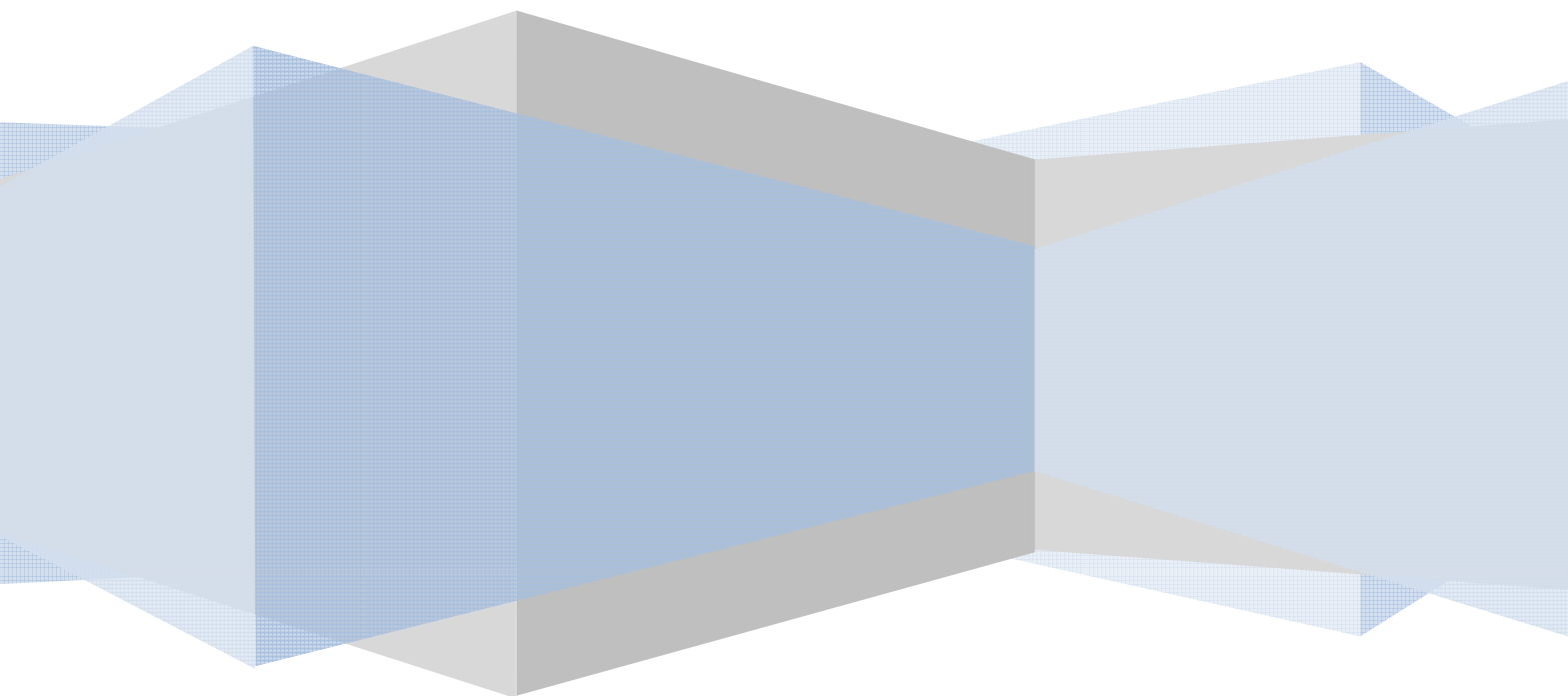


forma sintética la mayoría de los estilos y épocas de la historia de la música pero que no viene acompañada de una dotación material adecuada), como sería lógico en esta etapa educativa en cuanto a nivel de aprendizaje musical.



# Investigación evaluativa y objetos digitales de aprendizaje musical

1. Orígenes y desarrollo de la investigación evaluativa
2. La evaluación de los procesos educativos
3. Sobre la investigación evaluativa de objetos digitales de aprendizaje musical mediante el EDM





## ***Capítulo 2. Investigación evaluativa y objetos digitales de aprendizaje musical***

---

### **1. Orígenes y desarrollo de la investigación evaluativa**

La evaluación de programas educativos y sociales comienza a desarrollarse en torno a los 20 años del siglo XX. Aunque muchos estudios sobre evaluación han empleado más o menos fielmente un modelo de evaluación, la mayor parte de ellos, se han desarrollado sin hacer referencia a un marco conceptual, teórico o filosófico (Worthen y White, 1987). *En un primer estadio [...] la evaluación se circunscribe al desarrollo de instrumentos de medida que posibiliten la evaluación del alumno. Las primeras prácticas se reducen a la valoración de resultados de aprendizaje (González, 2000: 27).*

En las tres últimas décadas, más de 50 modelos de evaluación se han desarrollado y hemos presenciado la proliferación de modelos de evaluación.

A pesar de que es en la década de los 20 cuando la evaluación toma un carácter intencional, ésta se reducía de forma casi exclusiva a evaluar rendimientos académicos en los objetivos sobre las aptitudes del alumnado. La evaluación de programas aparece en los años 40 y es en esta década cuando empiezan a desarrollarse modelos de evaluación desde este enfoque. Desde 1940 hasta 1970 *predomina la evaluación como investigación empírica positivista, que utiliza procedimientos estandarizados para la recogida y análisis de datos (cuestionarios, tests, análisis estadísticos, etc.) orientados a la toma de decisiones* (Colás y Rebollo, 1997: 35).

Desde 1970, con la aparición del paradigma cualitativo en la investigación educativa, la evaluación de programas comienza a incorporar modelos que se centran por primera vez en los participantes del programa educativo (Stake, Parlett y Hamilton o McDonald).

A partir de 1980 encontramos en evaluación el modelo crítico, no muy extendido en la comunidad científica, que algunos autores lo ubican dentro de la perspectiva cualitativa (tomado de Colás y Rebollo, 1997).

En la actualidad, la evaluación de programas es un campo científico en pleno desarrollo y observamos la proliferación de tendencias basadas en las nuevas tecnologías. Dentro de este ámbito nos ubicamos con nuestro estudio, que plantea la medición educativa y la evaluación de un conjunto de acciones en procesos de enseñanza-aprendizaje a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

La *historia de la investigación evaluativa* arranca con los modelos objetivistas. Desde este punto de vista, la evaluación es la determinación del fracaso o éxito de un programa educativo. La medición que realizamos del proceso educativo consiste en valorar el grado de consecución de los objetivos planteados al principio del programa. Tyler fue el pionero en emplear este método sistemático de evaluación a principios de

los 40. El modelo tyleriano está orientado a lo toma de decisiones, con él comienzan a contemplarse, como objeto de evaluación no sólo el producto o el resultado académico sino también los programas curriculares y los recursos disponibles para su desarrollo. *Aunque Tyler evaluó fundamentalmente el aprendizaje, realizó una importante aportación señalando que el término evaluación implicaba algo más que la aplicación del test*, también habría que tener en cuenta *hasta qué punto se habían conseguido los objetivos* del currículum (González, 2000: 28).

A finales de los años 40, Cronbach añade a la evaluación del producto la evaluación de procesos de implementación del programa como una dimensión relevante para realizar una adecuada toma de decisiones (Colás y Rebollo, 1997: 38).

Hacia los años 50, resurge la idea de la evaluación de programas, debido a la *necesidad de evaluar proyectos curriculares de distintas áreas de Estados Unidos*. Estos proyectos en los años 60 alcanzan una dimensión social y amplían el concepto de evaluación de programas más allá de la medición de resultados de aprendizajes, lo que genera una nueva profesión (González, 2000: 28).

La *investigación evaluativa* según Colás (2000), surge en la década de los 60, cuando la evaluación de programas va más allá de la faceta estrictamente académica y alcanza una dimensión social. Esta categoría evaluativa se denomina Evaluación del currículum, Investigación Curricular o Investigación Evaluativa. Debido a esto, los términos investigación evaluativa y evaluación de programas se han empleado indistintamente. En definitiva hablamos de una disciplina en pleno desarrollo que se centra en el empleo de procedimientos rigurosos de recogida de información, análisis e interpretación de información válida y fiable en la evaluación de procesos educativos determinados y la toma de decisiones respecto a todos los datos que recogemos.

Stufflebeam, a finales de los 60 propone una nueva definición de evaluación alternativa a la propuesta por Tyler. Considera a la evaluación como un proceso a través del cual se proporciona información útil para la toma de decisiones. Dicha afirmación llevaría a Stufflebeam a trabajar en el conocido como CIPP (Context, Input, Process, Product). Destaca la concepción de que la evaluación es el proceso de identificar,

obtener y proporcionar información útil acerca de la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado que sirve para la posterior toma de decisiones (Stufflebeam y Shinkfield, 1987).

El *modelo sin referencia a objetivos* o modelo de Scriven surge como una fuerte oposición al modelo basado en objetivos. Propone que el evaluador desconozca los objetivos del programa educativo con el fin de no limitar el desarrollo de los aprendizajes del alumnado en función de las expectativas que generamos sobre los mismos. Con frecuencia puede ocurrir que los resultados que obtengamos no estén previstos y superen a los planteados en los objetos inicialmente (Madaus, Scriven y Stufflebeam, 1988).

Worthen y Sanders (1987) identifican junto a los modelos objetivistas otros que denominan modelos subjetivistas. Se empiezan a desarrollar en la década de los 70 y coinciden con el surgimiento del paradigma interpretativo en la investigación. Consideran que el saber es una creación humana ligada estrechamente a los valores, las actitudes y las creencias de aquellos que están inmersos en la realidad (Farley, 1985). Colás (1992a) señala que su principal interés es captar las situaciones concretas y las características que definen una situación.

Stake propone el modelo de *evaluación respondente*. A finales de los años 60 desarrolla el *modelo de la figura* para la investigación educativa, basado en la concepción tyleriana, consistente en la comparación entre los resultados deseados y observados (Stake, 1967). En este enfoque se potencia la comunicación y el debate acerca de cómo han ido cambiando las intenciones iniciales de la evaluación.

A mediados de los años 70, Parlett y Hamilton plantean un modelo de evaluación basado en el estudio intensivo de un programa educativo como un todo, *con sus fundamentos, evaluación de estrategias de aplicación, logros y dificultades en el contexto escolar o “ambiente de aprendizaje”*. Debido a que la función de este modelo de evaluación es “iluminar” problemas y cuestiones del programa se denomina *evaluación iluminativa*. El evaluador en este modelo no emite juicios de valor, sino que



describe y dinamiza debates acerca de las implicaciones del programa educativo (Colás y Rebollo, 1997: 44).

McDonald (1983), plantea la *evaluación democrática*, que afirma que los evaluadores no solo viven en el mundo de la política educativa, sino que además influyen en las relaciones de poder, de esta forma la evaluación influye de forma directa en los intereses personales. La misión del evaluador es la de transformar, modificar creencias y modos de interpretación de la realidad.

El *modelo crítico de evaluación* señala que *la evaluación de programas de intervención es un proceso de recogida de información que fomenta la reflexión crítica de los procesos y conduce a la toma de decisiones* (Martínez et al., 1990: 326). Este modelo persigue la transformación de los destinatarios del programa educativo y se centra en el análisis de la política y la sociedad que rodea a dicho programa. El papel del evaluador es activo y se centra en el compromiso orientado al cambio.

En los 80, presenciamos importantes cambios en el concepto de evaluar y se da una mayor diversificación conceptual y metodológica.

En los 90, se da la profesionalización de la evaluación y la diversificación de las prácticas evaluativas, temas, modelos y alternativas metodológicas. Colás (2000b) señala como característica de los años noventa la profesionalización de la evaluación.

Por último en esta clasificación, a partir del 2000 se incorporan las nuevas tecnologías a las prácticas evaluativas. Es en esta última fase donde incorporamos nuestra investigación, mediante la inclusión de las TIC dentro del proceso de implantación de métodos y técnicas de investigación musical, prácticas de corte cualitativo y cuantitativo, observación sistemática, modelos estadísticos y procedimientos de evaluación actualizados que aprovechan las posibilidades de las herramientas y utilidades que hacen aparición en el mercado informático. Según Colás (2000b: 26), el impacto de las tecnologías propicia una forma distinta de realizar las actividades evaluativas. *Los modelos teóricos y los desarrollos técnicos propiciados por las tecnologías de la información y la comunicación proveen de herramientas*

*conceptuales y técnicas para la evaluación.* En esta misma línea, Mateo (2000) señala que la evaluación cumple actualmente un doble propósito: sirve como instrumento de control al servicio de una sociedad que quiere conocer los objetivos a los que se orienta la educación y como instrumento de mejora y optimización del propio sistema y de sus resultados, expresados en forma de calidad educativa.

Seguindo a García (2008), *la generación de una cultura evaluativa [musical], la creación de servicios de asesoramiento y orientación en el diseño de proyectos evaluativos y el uso técnico de instrumentos o la construcción y gestión de bases dinámicas de conocimiento evaluativo suponen áreas de desarrollo asociadas a la idea de gestión del conocimiento,* que en nuestro trabajo orientamos al área de música.

En el gráfico que mostramos a continuación, mostramos un resumen de la evolución histórica de la evaluación durante el siglo XX. Destacamos, que en los años noventa se introducen las nuevas tecnologías en la instrumentación científica para el estudio de los métodos de investigación de una forma sistemática, lo cual ha dado lugar a un amplio desarrollo de esta disciplina en el área del aprendizaje presencial y a distancia (*blended-learning*), contexto en el que ubicamos nuestro trabajo.

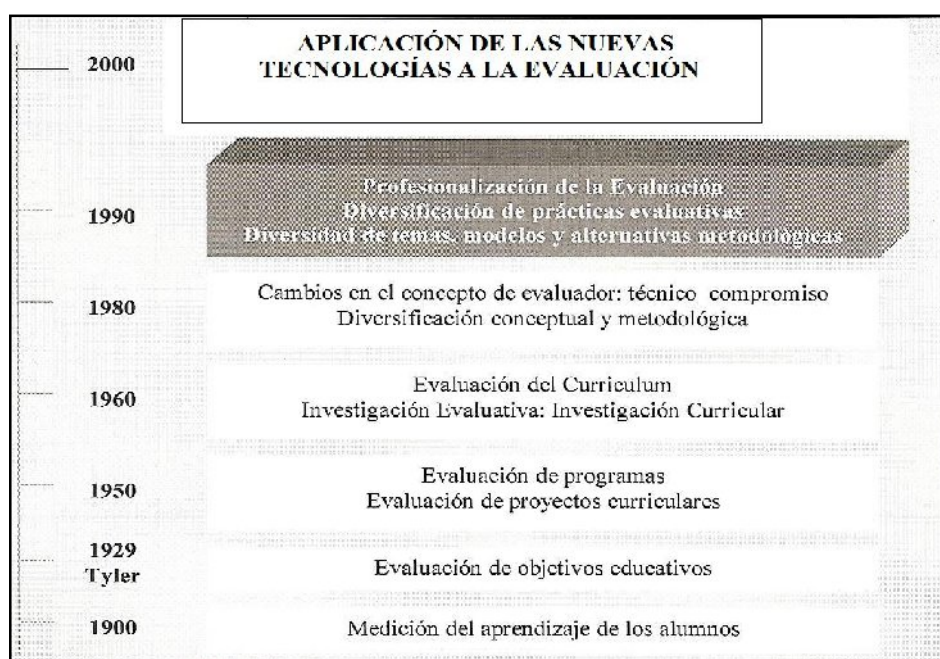


Imagen 2. Evolución histórica de la evaluación en educación (González, 2000).

En definitiva, en relación a la música, el campo de la metodología de la investigación evaluativa requiere de una idea amplia del concepto de juicio y medida. Debido a que tratamos de un arte y una ciencia al mismo tiempo, habilidad y conocimiento. La tarea de evaluar, medir, ponderar y enjuiciar constituye una labor compleja en la que requerimos de método, rigor y un tratamiento organizado y sistemático de los datos con los que contamos. Tal y como señala García (2008), *se hace necesario [plantear el trabajo] desde la pluralidad metodológica [y] reconocer las características técnicas y garantías de calidad de la información y de los procesos de transformación a que la sometemos en la construcción de los conocimientos diagnósticos desde múltiples aproximaciones procedimentales.*

A continuación en el siguiente apartado conectamos la evolución de los modelos de investigación evaluativa y la evaluación de programas educativos con el concepto de evaluación de procesos educativos así como los modelos más actuales de aproximación a la evaluación de programas mediante las nuevas tecnologías.

## **2. La evaluación de los procesos educativos y los objetos de aprendizaje**

### **2.1. Un concepto de evaluación progresivamente más inclusivo**

El concepto de evaluación incluye diversos objetos y momentos. En primer lugar nos planteamos qué consideramos como evaluación y cuál es el origen de este término. Diversas explicaciones son dadas al respecto: Fernández-Ballesteros (1995: 21) indica que *el término “evaluación” es un derivado del latín “valere” (valorar) que implica la acción de justipreciar, tasar, valorar, o atribuir cierto valor a una cosa.*

La evaluación es un proceso de reflexión sistemática orientado a la mejora de las acciones del alumnado, del profesorado, de las instituciones y sistemas educativos en su conjunto. Tal y como señala Mateo (2000: 35) *supone un proceso complejo que incluye la recogida de la información respecto de indicadores que reflejen lo más fielmente posible, la situación inicial, los procesos [y] los productos.* También añade la importancia de determinar el grado de congruencia entre *necesidades, realizaciones y objetivos* y por último tomar decisiones de cara a la intervención educativa más

acertada, el control, el seguimiento de la *alternativa elegida* y [la] *nueva evaluación de las consecuencias derivadas de la aplicación*.

La *evaluación de programas educativos* consiste en un proceso de aplicación de procedimientos y técnicas para recoger, analizar e interpretar información que sea válida y fiable y generar decisiones a partir de dicha evaluación. En esta línea, Mateo (1991), señala que dicho proceso está dentro de un contexto de aplicación de procedimientos científicos. Latorre et al. (1996: 241) señalan que *la evaluación puede considerarse como un proceso, o conjunto de procesos para la obtención y análisis de información significativa en que apoyar juicios de valor sobre un objeto, fenómeno, proceso o acontecimiento, como soporte de una eventual decisión sobre el mismo*.

En evaluación de programas *distinguimos dos componentes: el metodológico y conceptual-teórico*; ambos casos deben interpretarse de forma abierta, flexible y nunca restringida (Colás y Rebollo, 1997).

Las *características principales* de la evaluación atienden a los siguientes principios (Colás y Rebollo, 1999: 20):

1. La evaluación se entiende como proceso, es dinámica
2. Incluye estrategias de diseño, recogida y análisis de la información riguroso y sistemático
3. Recoge información válida y fiable mediante procedimientos científicos
4. Se proyecta a la toma decisiones y tiene un carácter contextualizado
5. Va referida a un programa con un conjunto de actuaciones para alcanzar objetivos y producir cambios deseados en personas, instituciones y entornos políticos, sociales y culturales
6. Supone la emisión de un juicio o valoración

*En ningún caso* hemos de entender la evaluación *como algo uniforme, estático o inamovible*, al contrario *consiste en un proceso dinámico y flexible que admite cambios y modificaciones* así como diversidad de enfoques metodológicos, técnicas de recogida de información, análisis de datos y toma de decisiones.

El proceso evaluativo, si está correctamente planteado permite la obtención de información válida y fiable así como la mejor comprensión, sus defectos y virtudes, configurar políticas de cambio y progreso y la expansión del programa así como su desarrollo.

Sanz (1990), añade a lo dicho anteriormente, que el programa además permite comprobar si está dando respuesta a aquello para lo que ha sido planteado, si permite posibles readaptaciones a lo largo de su implantación y si proporciona una retroalimentación necesaria para su continua mejora.

Tras el recorrido que hacemos por la evolución de la investigación evaluativa, pasamos en el siguiente apartado a estudiar la evaluación de los objetos digitales de aprendizaje.

## **2.2. La evaluación de objetos digitales de aprendizaje**

### **2.2.1. Objetos de aprendizaje: tipos y usos**

Los tipos de objetos de aprendizaje musical y sus posibilidades en entornos colaborativos son múltiples. Observamos en la evolución de los objetos de aprendizaje musical un mayor grado de sofisticación y elaboración de los mismos. De forma concreta, en nuestro trabajo destacamos como una de las cuestiones más importantes para el estudio, la comunicación y las posibilidades que tiene en educación musical el empleo de plataformas de teleformación. Los tipos de objetos de aprendizaje que destacamos son:

1. *Plataforma educativa musical online*. Consiste en una solución integral que es un objeto de aprendizaje musical en sí y además acoge e integra una gran variedad de

objetos de aprendizaje en los que destacamos como factores más importantes la colaboración y el aprendizaje constructivo. Entre las plataformas telemáticas (también denominadas sistemas LMS O *Learning Management Systems*) que hay en el mercado destacamos Moodle, WebCT, Blackboard o Helvia entre otras muchas opciones en el mercado de la formación *online*. Desde nuestro punto de vista Moodle se plantea como una solución potente y eficaz de cara al empleo de modelos de educación musical de raíz sociocultural, por la organización de sus módulos (u objetos de aprendizaje) como por su diseño flexible e intuitivo, en los que prima la comunicación y el aprendizaje colaborativo.

2. *Los foros musicales*. Son un objeto de aprendizaje musical *online* muy popular en Internet, ya que permiten dejar mensajes en un lugar, por ejemplo, un foro sobre música rock e interactuar con otros sujetos que dejan allí sus mensajes en respuesta a los nuestros, no necesariamente en el mismo momento, tanto unos como otros, por lo que llamamos a este tipo de objeto de aprendizaje para la comunicación asincrónica. Por ejemplo, mediante dicho recurso, una comunidad de aprendizaje musical escribe mensajes en su curso *online* sobre historia de la música, en un tema de debate determinado, por ejemplo: “la música del siglo XX” y tiene la ventaja de dejar almacenados todos los mensajes de forma que se crea un diálogo en el que uno participa en la manera de sus posibilidades y de manera autónoma con arreglo a su disponibilidad horaria y de una forma libre, produciéndose un fenómeno de autorregulación del proceso de aprendizaje musical.

3. *Los chats musicales*. Otros de los objetos de aprendizaje musical, en el que en tiempo real, o sea, en el mismo momento que dejamos un mensaje recibimos una respuesta. Posibilita el intercambio de una gran cantidad de información con cualquier persona del mundo en el momento en que estamos trabajando. Por esta característica lo denominamos objeto de aprendizaje para la comunicación sincrónica.

4. *Test de conocimientos musicales*. Objeto de aprendizaje musical que permite medir exactamente, a través de calificaciones numéricas el grado de conocimiento adquirido en una lección o unidad de aprendizaje. La dificultad de los tests es creciente

y mediante la creación de banco de preguntas podemos hacer todo tipo de combinaciones.

5. *Software variado para la elaboración de documentos musicales en redes de trabajo virtuales.* El empleo de la informática en la educación musical posibilita emplear software de distinto tipo como editores de partituras, programas para escribir música y escucharla con los ordenadores, procesadores de texto, con el fin de generar texto, imágenes y videos adquiridos de Internet e integrarlos en un mismo documento, creadores de presentaciones, para generar esquemas, mapas conceptuales y diapositivas, editores de sonido de grabaciones musicales y editores de video musical.

Tal y como señalan Chan, Galeana y Ramírez (2007), las plataformas de teleformación poseen virtudes que permiten *gestionar de manera óptima los objetos de aprendizaje*, ya que aglutinamos todo tipo de herramientas para configurar y manipular objetos de aprendizaje variados con un alto grado de elaboración, adecuación y sofisticación. Normalmente aparecen dos capas, una privada que el creador del curso configura según sus objetivos y otra pública que es lo que se muestra a los usuarios a estudiantes en la plataforma.

*Las herramientas que permiten el uso de las nuevas tecnologías suponen un avance en educación musical, debido fundamentalmente a las grandes posibilidades de comunicación, interacción, motivación y aprendizaje constructivo y colaborativo del alumnado.*

La *colaboración* mediada por las TIC tiene un sentido de intercambio enriquecedor de ideas, componentes, objetos y herramientas para la gestión de entornos que posibilitan el diseño educativo por objetos de aprendizaje. Según Chan, Galeana y Ramírez (2007), la colaboración se da si ésta se produce con el propósito de hacer un entorno digital como patrimonio cultural diverso, y si las visiones que se comparten respecto al conocimiento trascienden el valor de mercancía que podría tener el recurso digital para colocarlo en un contexto de innovación en los modos de producción de conocimiento.

En la *educación a distancia*, se generan cursos en línea, a través de Internet. Una de las grandes peculiaridades de este tipo de cursos es la confección de gran cantidad de materiales en un corto lapso de tiempo. Los dispositivos deben estar diseñados para ser lo más comunicativos posibles, debido a que gran cantidad de las tareas las realizamos a distancia, en ausencia del profesorado. Esto unido a la desmotivación que genera el empleo de cursos *online* por la falta de contacto humano en una dimensión física y no virtual. Una de las posibles soluciones que proponemos en nuestro trabajo, es que a través de un modelo de aprendizaje mixto, tanto presencial como a distancia que denominamos *blended-learning*, es posible contar con la asistencia material y tangible tanto del alumnado como del profesorado de la materia que se imparte en el curso.

En relación a los *contextos en los que usamos los objetos de aprendizajes musicales*, estos son *múltiples y variados*. Además, el diseño educativo basado en objetos de aprendizaje musical experimenta un impulso creciente en los últimos tiempos, debido al auge de las tecnologías de la información y la comunicación y su aplicación a las ciencias de la música (historia de la música, antropología musical, sociología musical, psicología de la música...). Tal y como indican Chan, Galeana y Ramírez (2007), desde el año 2000, se hace patente el aumento de este tipo de objetos de aprendizaje musical, por lo que encontramos cada vez una mayor cantidad de este tipo de materiales para uso educativo en el área de música.

Gracias a Internet y a las TIC, la categoría de objeto, considerada como elemento visible en toda la filosofía del conocimiento o epistemología desde la antigüedad hasta las ciencias de la computación, constituye un paradigma en la programación de contenidos educativos digitales, la cual, se enriquece de manera continua debido a los rápidos avances tecnológicos. Tal es el caso de la ingente cantidad de materiales educativos que surgen continuamente en el mercado y que son susceptibles de empleo en el área de la educación musical. Ponemos en nuestro trabajo un especial énfasis en el potencial comunicativo y formativo del uso de plataformas de teleformación musical basadas en lenguajes de programación modular, con objetos como Moodle, WebCT o Blackboard, que aparecen como un claro ejemplo de lo que es la programación gráfica y la construcción de materiales y objetos de aprendizaje con



altas prestaciones de configuración y personalización por parte del profesorado de música.

El uso de plataformas de teleformación, como las anteriormente mencionadas, posibilitan en los centros educativos con una dotación especial de equipos informáticos (en Andalucía se conocen con el nombre de centros TIC), una hibridación y unión de distintos contextos y entornos de enseñanza-aprendizaje, así como su uso en el entorno familiar, nuestra propia casa y el entorno académico, el propio centro. Esto es lo que llamamos *blended-learning* o aprendizaje mixto: tanto presencial como a distancia. La gran ventaja de este tipo de aprendizaje es que integra la posibilidad de no romper el hilo de comunicación con el profesorado y el alumnado en ningún momento, siempre que dispongamos de conexión a Internet. En el gráfico que mostramos a continuación mostramos una de las plataformas de teleformación musical más conocidas, Blackboard, la cual potencia la formación musical en red y la comunicación en el proceso de aprendizaje.

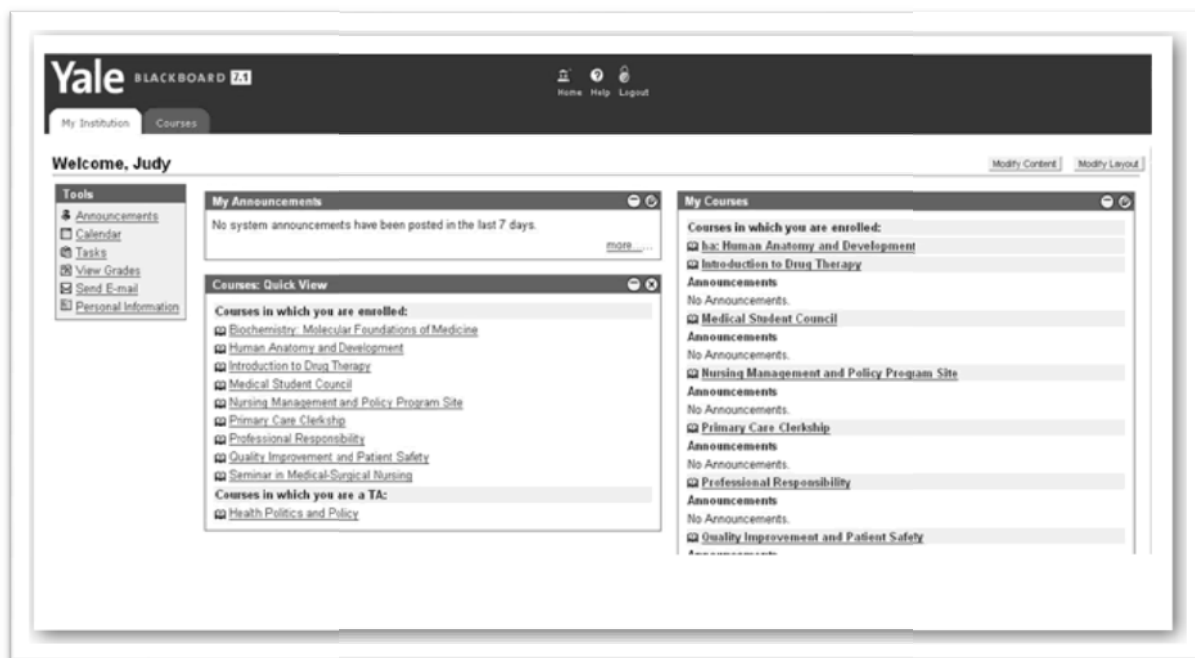


Imagen 3. Plataforma de teleformación Blackboard.

La dimensión organizacional y técnica de los objetos de aprendizaje musical en plataformas online alberga aspectos vinculados a la arquitectura, los estándares y los

metadatos que éstas contienen. Términos como objeto instruccional, objeto educacional, objeto de aprendizaje, objeto de conocimiento, objeto inteligente, objeto-dato son empleados en el campo de los objetos de aprendizaje de manera un tanto ambigua, por lo que, con el objetivo de llegar a un consenso terminológico en cuanto al uso de estas denominaciones, el LTSC (*Learning Technology Standards Committé*) del IEEE (LTSC, 2000), seleccionó el término *Learning Objects* (Objetos de aprendizaje), para describir pequeños componentes instruccionales y proporcionar una definición: cualquier entidad digital, o no, que puede ser usada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje soportado en computadora. En esta línea, Wiley (2000), se refiere a los objetos de aprendizaje como *cualquier recurso digital que pueda ser utilizado para soportar aprendizaje*. Lo novedoso, de esta última definición es que se apoya en la definición del LTSC, pero descarta de forma explícita los recursos no digitales.

El *diseño orientado a objetos de aprendizaje musical en red*, define un entorno de aprendizaje que permite a los sujetos disponer de objetos y artefactos orientados a la adquisición de experiencias de aprendizaje en contextos digitales, como son las plataformas de teleformación. Dichos objetos tienen la posibilidad de ser utilizados en diversos cursos y sistemas, lo cual permite, debido a los *estándares* utilizados por dichas plataformas, interconectar conocimientos y aprendizajes de una forma múltiple, diversa e integrada. Este diseño, tal y como indican Chan, Galeana y Ramírez (2007), permite ordenar de forma secuencial, los objetos, dependiendo de las necesidades del discente, las cuales son identificadas gracias a la guía del tutor u orientador del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Estos estándares ofrecen distintas funcionalidades como herramientas de aprendizaje, entre los que destacamos (siguiendo a Chan, Galeana y Ramírez, 2007):

- Estimular el estudio autogestivo
- Promover el trabajo colaborativo
- Acceder de manera remota a la información y contenidos de aprendizaje

- Integrar objetos (a través de los estándares que mencionamos anteriormente) en diferentes soportes de teleformación o plataformas educativas *online*.
- Plantear acceso restringido, mediante claves y contraseñas de usuarios/as
- Emplear un interfaz gráfico atractivo y que motive su uso
- Integrar texto, fotos, videos, gráficos, sonidos, animaciones y juegos educativos
- Presentar la información en formato multimedia, además del texto
- Emplear vínculos con páginas webs y descargas de documentos
- Desplegar diferentes niveles de usuarios adaptados al currículo establecido por la ley dentro de un modelo inclusivo de aprendizaje

La *implementación de estándares de una plataforma de teleformación musical* es algo habitual. Permiten la interconexión de aprendizajes musicales de forma sencilla, además de integrar el conocimiento en diferentes sistemas de aprendizaje. ARIADNE v3.2 (*Educational Metadata Recommendation*), proporciona en esta línea una infraestructura tecnológica que soporta tareas tales como la indexación, el almacenamiento o la gestión de objetos educativos basados en el estándar LOM y KPS (*Knowledge Pool System*). KPS es el módulo del proyecto ARIADNE, dedicado a la localización de recurso y está compuesto de elementos pedagógicos (*Pedagogical Elements, PE*). Cada uno de esos elementos pedagógicos está compuesto por un documento pedagógico (*Pedagogical Document, PD*), que almacena los contenidos educativos y por una cabecera pedagógica (*Pedagogical Header, PH*), que describe el documento pedagógico utilizando los metadatos LOM. LOM (*Learning Object Metadata*) es un estándar que especifica la semántica y la sintaxis de los metadatos de objetos educativos LOM, los cuales se hallan definidos por el IEEE P1484.12 (*Learning Objects and Met Learning Technology Standards Committee*), iniciativa que actualmente se denomina LTSC. El esquema base de LOM se compone de 9 categorías y 47 elementos, basados en la recomendación ARIADNE.

Los *estándares a nivel tecnológico y pedagógico* hacen referencia al diseño y producción de entornos virtuales musicales y el aprendizaje en redes. Los estándares

elaboran abstracciones o arquitecturas (componentes básicos o subsistemas e interacción con otros sistemas) dentro de una amplia gama de implementaciones y protocolos preestablecidos. La comprensión de estas arquitecturas nos permitirá en el futuro, el diseño e implementación de componentes de forma flexible, abierta, económica y reutilizable. La falta de estándares que soporten la reusabilidad y la interoperabilidad de objetos de aprendizaje musical es uno de los problemas que subyace en el desarrollo de la teleformación musical o formación musical *online*. Sin embargo, tal y como señalan Chan, Galeana y Ramírez (2007), iniciativas como el *Dublin Core* (2000), que originalmente fue concebido para la descripción de recursos Web en 1995, extendió su trabajo a la descripción de bibliotecas y museos. Su objetivo es hacer la búsqueda de materiales y recursos *online* más sencilla y eficiente. Permite, como hecho más destacado que los nuevos objetos de aprendizaje sean ensamblados y combinados de acuerdo con las necesidades individuales de aprendizaje, aumentando de esta forma la productividad personal, mediante el desarrollo de estándares industriales para arquitecturas de aprendizaje y objetos de aprendizaje.

Además de las iniciativas descritas anteriormente, señalamos (siguiendo a Chan, 2007), diversos proyectos interesados en la aplicación de la tecnología de objetos de aprendizaje, entre lo que cabe destacar:

- RIO (*Reusable Information Objects*, 2000)
- ESM-BASE (*Educational Systems based on Multimedia Databases*, 2000)
- OLA (*Oracle Learning Architecture*, 2000)
- SCORM (*Shareable Courseware Object Reference Model Initiative*, 2000)

A pesar de que posean diferentes nombres, cada uno de ellos se proyectaron con la misma finalidad: *proporcionar componentes intercambiables y adaptables en diferentes contextos y plataformas telemáticas, lo cual que puedan ser descargadas de internet y cargadas directamente en nuestra plataforma digital.*

En el campo de la pedagogía, el término “estándares del aprendizaje” (*learning standards*), es uno de los más extendidos y a la vez uno de los menos extendidos en el campo revolucionario del *e-learning*, donde se ofrece al usuario la oportunidad de que los contenidos y las actividades estén adaptadas a su perfil personal y se adecuen a él de una forma óptima e idónea, dentro de su proceso educativo conforme a sus necesidades y particularidades como estudiante. A continuación y a modo de ejemplo mostramos un gráfico con algunos de los estándares empleados en el mercado de la formación *online*:

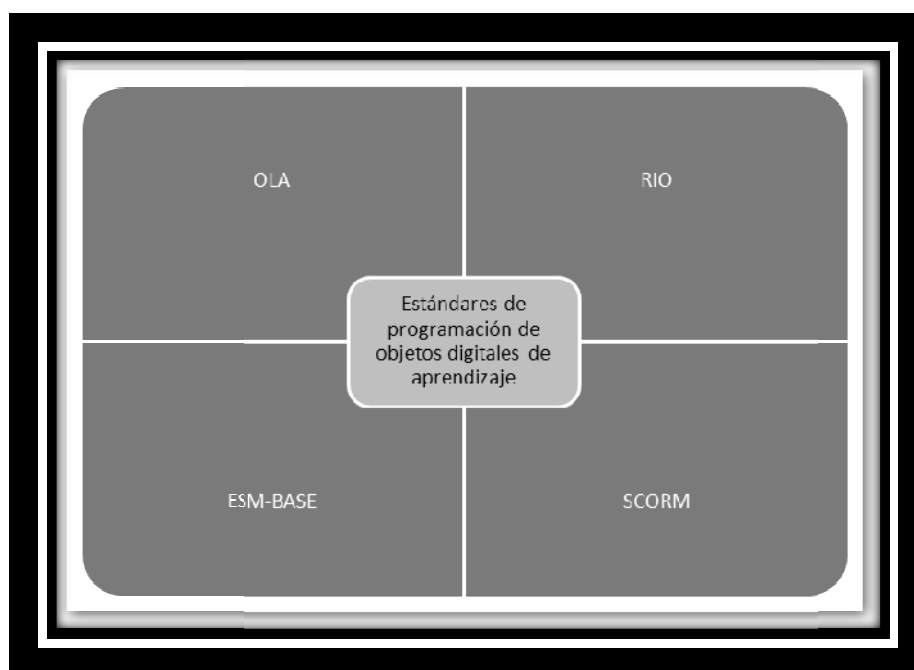


Gráfico 2. Estándares de programación de objetos digitales de aprendizaje.

Los seres humanos construimos el conocimiento musical a través de objetos (reales o digitales), con los que nos relacionamos y la medida en la que los objetos que usamos en computación destinada al aprendizaje (objetos de aprendizaje digitales), se asemejan con nuestra realidad, en general y en particular como individuos, estos se convierten en elementos que constituyen nuestro entorno de vida. En este sentido, Echeverría (2000), plantea la vida humana en tres entornos: los objetos de aprendizaje que se generan en una red de aprendizaje telemática, representan objetos del entorno *natural* o *urbano*, ya que posibilitan la interacción con la realidad natural y *social* desde una realidad de tipo telemática. Estos tres entornos (natural, urbano y social), tienen una relación transversal, es decir, tienen la posibilidad de aparecer interrelacionados y vinculados unos con otros.

Uno de los rasgos fundamentales de los objetos de aprendizaje es la combinación. La combinación en el uso de objetos de aprendizaje educativo puede ser muy variada, debido al alto grado de personalización y configuración de dichos objetos en la programación gráfica con objetos de aprendizaje.

Un grupo de trabajo de la Corporación Universitaria para el desarrollo de la Web 2.0, generó esta definición<sup>1</sup>:

Un objeto de aprendizaje es una entidad digital desarrollada para la generación de conocimiento, habilidades y actitudes requeridas para la realización de una tarea, la cual tiene sentido en función de las necesidades del individuo que lo usa y representa una realidad susceptible de ser intervenida.

Siguiendo a Chan, Galeana y Ramírez (2007), las propiedades deseables de los objetos son la *subjetividad*, su polivalencia, puesto que la significación de los mismos en los sujetos que los usan, la *realidad*, ya que constituyen un puente con la realidad individual del estudiante, la *complejidad e interrelación* con otros objetos, lo cual los dota de una mayor potencia de uso, la *comunicabilidad*, el poder de comunicación de los objetos y sus múltiples lenguajes, visual, sonoro, textual o simbólico, entre otros. Que sean una unidad coherente, que constituyan pequeñas unidades de aprendizaje y se relacionen con los objetivos que perseguimos con los mismos. Que conformen la mayor versatilidad posible, así como que sean *transportables o reusables* en otros contextos educativos. Su escalabilidad, que los podamos agrupar en una amplia gama de contenidos y *categorías*, que sean *relevantes* y contengan una agenda de utilización o *temporalización curricular*.

El conocimiento es el punto de partida a la hora de generar cualquier objeto de aprendizaje musical. Según Chan, Galeana y Ramírez (2000), los objetos de aprendizaje son herramientas educativas que podemos insertar en las propuestas curriculares y metodológicas de manera diversa. Partiendo de la base de que no hay ciencia ni

---

<sup>1</sup> Esta definición fue generada por una comisión académica formada por distintas universidades de México: Universidad de Guadalajara, Universidad de Colima y el instituto tecnológico de estudios superiores de Monterrey. Guadalajara, 2002.

conocimiento sin un planteamiento ideológico detrás. Lozano (2001), aclara que el objeto de aprendizaje es una especificación explícita y formal sobre una conceptualización compartida y consensuada socialmente, de forma que cuando representamos un objeto, éste sea legible e inteligible. El objeto de aprendizaje posee además, una relación con su referente real, a través de la abstracción de los rasgos esenciales y la definición del modelo de representación que empleamos. Nos referimos en concreto, a la referencia del objeto digital a un objeto real. Es fundamental el diseño del objeto para obtener una calidad representacional máxima, con la capacidad de simular e integrar los aspectos del objeto más representativos y aproximados a la realidad que simula en los contextos de enseñanza-aprendizaje. Por todo ello destacamos la importancia de la competencia de los autores en la confección de tales objetos. A continuación, mostramos en un gráfico la construcción del objeto y su triangulación con respecto a la representación e interpretación del mismo:

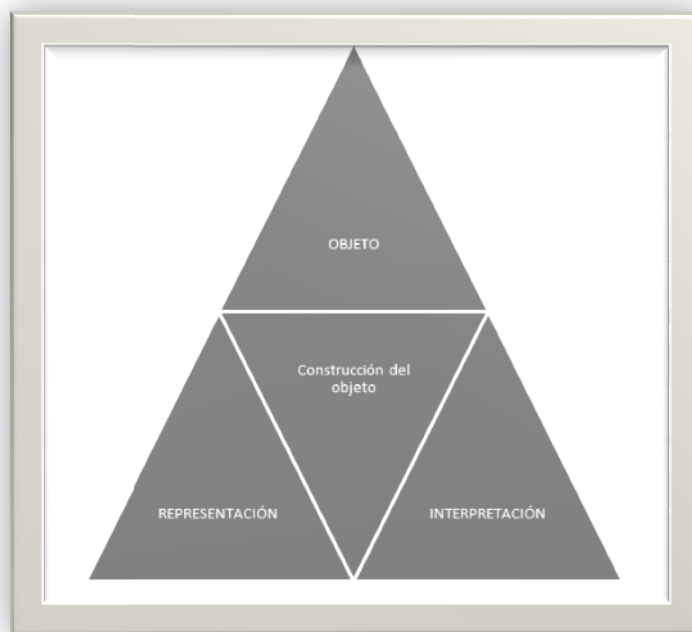


Figura 1. La construcción del objeto.

Uno de los errores más habituales a la hora de confeccionar objetos de aprendizaje es separar los objetos del ambiente en disciplinas, de forma que no ha posibilitado un *conocimiento unitario y global* sino fragmentado e inconexo o aislado con un tipo de conocimiento más holístico, *multidisciplinar e integrador* gracias a su diseño flexible y posibilidades de uso polivalente. Tal y como señala Morín (1994),

la institución disciplinaria entraña a la vez un riesgo de hiperespecialización del investigador y un riesgo de cosificación del objeto de estudio donde se corre el riesgo de olvidar que éste es extraído o construido. El objeto de la disciplina será entonces percibido como una cosa en sí; las relaciones y solidaridades de este objeto con otros, tratados por otras disciplinas, serán dejadas de lado, así como también las ligazones y solidaridades con el universo del cual el objeto es parte.

Otro de los rasgos de los objetos es su carácter *sociocultural*. En este sentido, Chan, Galeana y Ramírez (2004) indican que la relación de los sujetos con los objetos de aprendizaje digitales supone algo más que simples unidades de contenido y actividad digitalizados, debido a un rasgo sociocultural, tanto disciplinario como científico que se da tanto en la estructuración como en la selección del objeto.

Por último, destacamos la importancia de una *función cognitiva* del objeto de aprendizaje musical, que consiste en la significación de los objetos, la cual comporta dos aspectos: lo que se puede hacer con los objetos físicamente y de qué están hechos los objetos. Según Piaget y García (1989), este rasgo subordina los objetos a las acciones, acciones de tipo constructivo y no solamente utilitario.

En definitiva, los objetos de aprendizaje tal y como señalamos anteriormente están implicados a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje y van siendo reformados y adaptados conforme a nuestras exigencias y necesidades como docentes. El diseño de tales objetos, su parecido con la realidad, el conocimiento que soportan y fomentan, así como la metodología colaborativa y constructiva a través de todo tipo de actividades y herramientas en relación con las TIC cobran significado dentro de un modelo completo de gestión del conocimiento musical. A continuación y a modo de síntesis presentamos el siguiente gráfico tomado de Chan, Galeana y Ramírez (2007) que ilustra todo esto:





Gráfico 3. Procesos en los que los objetos de aprendizaje cobran significado.

### 2.2.2. La evaluación a través del *Educational Data Mining* (EDM)

Partiendo de los principios básicos de la investigación evaluativa, que hemos expuesto a lo largo del presente capítulo, nuestro estudio plantea la aplicación de la evaluación del diseño, el proceso y el producto de un modelo de gestión del conocimiento educativo-musical. La aportación que hacemos consiste en el desarrollo no sólo de técnicas de observación participante, evaluación del diseño de una herramienta educativa mediante el juicio de expertos o el empleo de una plataforma telemática para las clases de música en Educación Secundaria Obligatoria sino la *aplicación de técnicas de análisis a objetos de aprendizaje en plataformas digitales mediante la minería de datos educativos (EDM) y la elaboración de modelos tanto descriptivos como predictivos partiendo de los datos educativos con los que contamos y que quedan registrados en bases de datos* (basado en Salmerón, 1997: 400).

Estas técnicas de EDM, las empleamos en la evaluación del proceso de uso de la plataforma telemática que empleamos en nuestras clases de Educación Musical. El soporte informático que empleamos se denomina *Moodle*, que consiste en un sistema de gestión del aprendizaje (en inglés *Learning Management System* o LMS) programado en código abierto y que está diseñado como alternativa a otras soluciones comerciales en el campo de la educación a distancia o e-learning. Moodle cuenta con una amplia difusión en más de 160 países, ha sido traducido a más de 75 idiomas y cuenta ya con unos 7.000 sitios web y más de 15 millones de usuarios en todo el mundo, entre los que se encuentran las más prestigiosas universidades e instituciones educativas. Esta infraestructura tecnológica permite además el análisis de redes sociales (*Social Network Analysis* o SNA) y el intercambio de información en procesos educativos (basado en Romero y Ventura, 2007).

La aplicación de la minería de datos educativos al campo específico de la Educación Musical es algo que cuenta en la actualidad con escasa difusión, tan sólo encontramos planteamientos y propuestas de tipo general de las ventajas y posibilidades de aplicación de las TIC en la música (Jorgensen, 2008).

En resumen, creemos que el EDM es aplicable a los diversos momentos de la investigación evaluativa. Por ejemplo, es posible realizar minería de datos educativos centrada en los resultados de evaluaciones continuas (en una medición periódica de los productos aunque estos sean medidos en el tiempo de forma progresiva y continuada) de grandes conjuntos de aprendices. Asimismo, el diseño de los materiales, más que su proceso de uso, también es susceptible de generar grandes volúmenes de información en las plataformas digitales que obviamente también podrían ser tratados desde el enfoque de la minería de datos educativos e igualmente extenderse al estudio de necesidades y condiciones contextuales de la educación virtual.

### **3. Sobre la investigación evaluativa de objetos digitales de aprendizaje musical mediante el EDM**

En definitiva, en nuestro capítulo, planteamos los orígenes y desarrollo de la investigación evaluativa a lo largo de la historia, definimos el concepto de investigación

evaluativa e incluimos las aportaciones de la minería de datos en la evaluación de objetos digitales de aprendizaje musical así como las posibilidades que ofrecen las plataformas telemáticas, orientadas al uso de diversos objetos de aprendizajes y su evaluación.

Uno de los factores más destacables de nuestro estudio es la cantidad de aplicaciones de los objetos digitales y la creación de estándares de programación en educación musical, que permiten interconectar de una forma significativa y adecuada todo tipo de actividades y recursos musicales en red como videos, sonidos, fotos, textos y documentos aptos para el aprendizaje musical en línea.

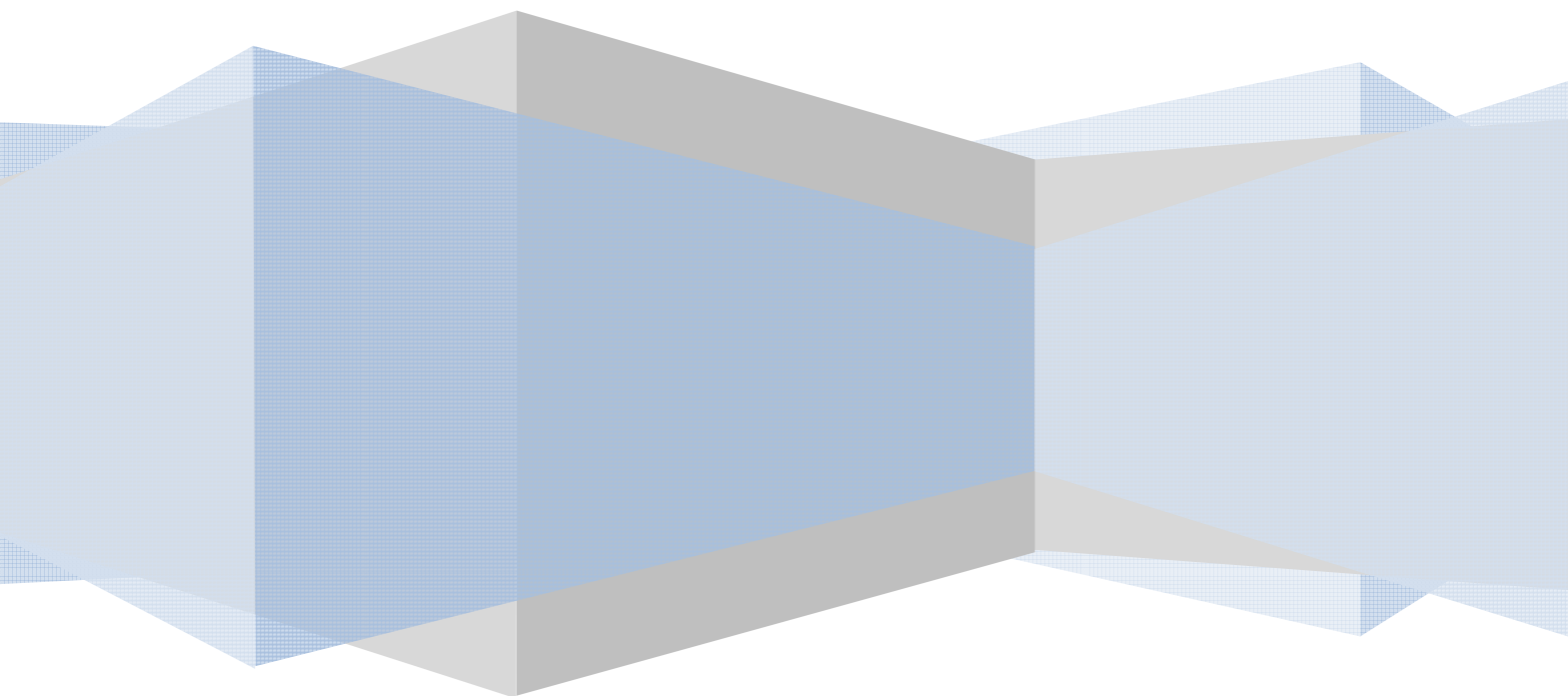
La evaluación de dichos objetos digitales de aprendizaje en la educación musical *online*, pasa por el empleo de herramientas de corte cualitativo como instrumentos de observación sistemática, grupo de discusión (*focus group*), entrevistas grupales e individuales o pruebas de simulación musical y otras de corte más objetivo o cuantitativo como escalas, estadística básica y modelos exploratorios y predictivos a través la modelización estadística de datos educativos musicales recogidos en plataformas *online* (foros, chats, tests de conocimientos musicales y mensajería web), que vemos y desarrollamos, de forma específica y con mayor detenimiento en los capítulos siguientes.

El próximo capítulo, enlaza las ideas expuestas anteriormente sobre la evolución de la investigación evaluativa a lo largo del siglo XX y la aportación de nuestro estudio a un nivel teórico-conceptual en este campo con el desarrollo de un modelo de gestión del conocimiento educativo-musical basado en los principios metodológicos que hemos abordado y que están basados en las TIC.



# Creación de un modelo sociocultural de gestión del conocimiento educativo-musical en la ESO basado en las TIC

1. Introducción al desarrollo de un modelo de gestión del conocimiento educativo-musical
2. El modelo de gestión del conocimiento educativo-musical orientado a la interculturalidad
3. Sobre el modelo de gestión del conocimiento educativo-musical “Bordón”





### ***Capítulo 3. Creación de un modelo sociocultural de gestión del conocimiento educativo-musical en la ESO basado en las TIC***

---

#### **1. Introducción al desarrollo de un modelo de gestión del conocimiento educativo-musical**

El estudio que abordamos plantea la creación de un modelo educativo para la Educación Musical con TIC en la ESO. Esto requiere una labor de aplicación de instrumentos de diagnóstico educativo de índole cuantitativa y cualitativa para su posterior evaluación. La idea novedosa de presentar un modelo educativo con implicaciones de la minería de datos (cuyas técnicas estadísticas para la elaboración de modelos configurables en la formación online nos permiten analizar los datos registrados del proceso de *uso en las plataformas de teleformación*) posibilita un mayor

control de los procesos de enseñanza-aprendizaje musical. Algunos autores han escrito sobre los factores que están implícitos en el desarrollo de la minería de datos (*data mining*). Therling (1995) identifica tres factores: la facilidad de recopilación de datos y almacenamiento, el poder de los ordenadores con los modernos procesadores y la necesidad de minerizar<sup>1</sup> datos de manera rápida y en tiempo real.

Uno de los *objetivos* que perseguimos en nuestro trabajo es la creación de un modelo de gestión del conocimiento educativo-musical basado en la minería de datos educativos inspirado en el modelo de Jing Luan (2000, 2001)) TKMM (*Tiered knowledge Management Model*). Los componentes implicados en la gestión del conocimiento nos permiten desvelar la estructura del aprendizaje en contextos de investigación controlados. Destacamos dos componentes que son:

- *Explícitos*. Mesurables, documentados, algoritmos informáticos, modelos matemáticos, estadística
- *Implícitos*. Subjetivos, cualitativos, emocionales y motivacionales

Nuestro *modelo de gestión del conocimiento educativo-musical en centros TIC de la ESO* está basado por un modelo sociocultural de aprendizaje musical con plataformas telemáticas bajo Moodle (*Modular Objects Oriented to Design Learning Enviroment*) para la ESO (Espigares, 2006).

Tratamos de una disciplina emergente, aplicada a la integración del alumnado de diversas culturas, que se vincula al desarrollo de métodos de exploración de distintos tipos de datos en educación para comprender mejor a estos estudiantes y su forma de aprender. Tanto si hablamos de datos generados por ordenadores, en plataformas de teleformación o datos administrativos de estudiantes de escuelas o universidades existen muchos niveles de jerarquía en cuanto al estudio de los datos generados en un momento dado y su evolución. Cuestiones tales como el uso del tiempo, la secuencia de

---

<sup>1</sup> Terminología basada en Sierra (2006). Minerizar consiste en aplicar técnicas procedentes de la minería de datos.



actividades realizadas y el contexto en el que se desarrollan las mismas son también de interés para la minería de datos educativos<sup>2</sup> aplicada a la interculturalidad.

En el Educational Data Mining (minería de datos educativos o EDM), el profesorado y las autoridades académicas interactúan con el alumnado, para el diseño, la construcción y el mantenimiento del entorno educativo. Dentro de dicho entorno educativo contamos con datos de uso e interacción entre el alumnado y el profesorado, que gracias a la minería de datos nos permite realizar pronósticos de la evolución de los estudiantes en simulaciones realizadas en tiempo real y proporcionan el conocimiento relevante de los aprendizajes de cara a su evaluación.

## **2. El modelo de gestión del conocimiento educativo-musical orientado a la interculturalidad**

El Modelo que desarrollamos en nuestra investigación se adapta por sus características a un modelo de Educación Musical Intercultural. Dicho modelo se inscribe en el marco de escuelas multiculturales que dan cabida a la totalidad de los individuos que en ella hay, permitiendo un intercambio de conocimiento a partir de las diferencias culturales, que son concebidas no como empobrecimiento o déficit sino enriquecimiento individual y colectivo.

En nuestro modelo de Educación Musical imbricado en la educación intercultural, a nivel teórico, distinguimos un *nivel elemental de dominio*, que contempla la adquisición del lenguaje musical mediado socialmente, a través del contacto y el intercambio de conocimiento entre el alumnado, cuyo diseño pedagógico consiste en la adquisición de un lenguaje y vocabulario técnicos, específicos del campo de la música. Para desarrollar este nivel hacemos uso de herramientas de comunicación como foros, chats o editores para la creación y escritura de partituras musicales. En segundo lugar consideramos un *nivel medio de comprensión*, de forma que tratamos los artefactos u objetos musicales del aprendizaje de la cultura social dominante en la que nos desenvolvemos cotidiana y socialmente, cuyo diseño pedagógico consiste en las

---

<sup>2</sup> Para más información consultar la web: <http://www.educationaldatamining.org/index.html> (consultado 5/10/2007).

audiciones de músicas del mundo (*World music*) y el empleo de software informático para trabajar esas músicas multiculturales. Para ello, realizamos páginas webs con las historias musicales de cada país, documentos de video y sonido sobre instrumentos de cada país y transcribimos algunos fragmentos seleccionados de las audiciones musicales de músicas del mundo a la notación musical ortocrónica (lenguaje musical más difundido actualmente). En tercer lugar abordamos un nivel superior de apropiación en el aprendizaje musical, como reintegración de la cultura musical, para lo que tomamos la música de otros países y “la hacemos nuestra interiorizándola”, a través del contacto con la misma en el proceso de aprendizaje. El diseño pedagógico en este nivel consiste en la creación de una orquesta escolar que interpreta y crea música en diferentes estilos. Dando lugar a la simulación de aprendizajes musicales en contextos reales, actuando como auténticos músicos, ofreciendo conciertos y creando coreografías de bailes. Esas interpretaciones las recogemos en soportes audiovisuales para luego colocarlas en la plataforma educativa, intercambiar las experiencias y el conocimiento adquirido para enriquecernos todos con el proceso de aprendizaje musical intercultural. A continuación, resumimos estas ideas en una tabla:

<b>MODELO SOCIOCULTURAL DE EDUCACIÓN MUSICAL CON TIC</b>			
<b>Grado de interiorización en el aprendizaje</b>	<b>Conceptos de la Teoría Sociocultural</b>	<b>Diseño Pedagógico</b>	<b>Actividades</b>
<b>Nivel elemental</b>  <b>Dominio</b>	El lenguaje musical mediado socialmente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adquisición de lenguaje y vocabulario musicales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Foro de noticias musicales de su país de origen</i></li> <li><i>Creación de foros de música específica de su país</i></li> <li><i>Chat de músicas del mundo</i></li> <li><i>Edición de partituras de músicas del mundo</i></li> </ul>
<b>Nivel medio</b>  <b>Comprensión</b>	La cultura musical a través de artefactos e instrumentos de la cultura social dominante y de la vida cotidiana	<ul style="list-style-type: none"> <li>Audiciones de estilos musicales en diversos contextos socioculturales (<i>World music</i>)</li> <li>Empleo de software informático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Generación de una página web sobre la historia musical de su país</i></li> <li><i>Creación de un documento a base de imágenes, texto, sonido y video, extraídos de Internet sobre los instrumentos de su país</i></li> <li><i>Transcripción a partir de audiciones de música de su país</i></li> </ul>

<p><b>Nivel superior</b></p> <p><b>Apropiación</b></p>	<p>La creación musical como reintegración</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creaciones Musicales (vocales, instrumentales e improvisaciones)</li> <li>• Proyectos Musicales colaborativos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Grabación en vídeo de las interpretaciones instrumentales de músicas del mundo</i></li> <li>• <i>Grabación en vídeo de las interpretaciones vocales</i></li> <li>• <i>Generación de un DVD</i></li> <li>• <i>Grabación en audio de las interpretaciones instrumentales</i></li> <li>• <i>Grabación en audio de las interpretaciones vocales</i></li> <li>• <i>Generación de un CD</i></li> </ul>
--	---	---	--

Tabla 1. Modelo sociocultural de Educación Musical con TIC.

El modelo expuesto en la tabla está orientado a la comunicación intercultural y el intercambio de experiencias, valores y actitudes, a través de la captación de las diferencias no como déficit sino como enriquecimiento global y colectivo.

En nuestra investigación nos basamos en un modelo pedagógico constructivista basado en la teoría sociocultural para la educación musical: *El Modelo Bordón* (Espigares, 2006; Espigares y García, 2006), el cual está orientado al alumnado de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Este modelo, a diferencia de otros, no se orienta exclusivamente a la práctica instrumental como se ha hecho a lo largo de la historia de la Educación Musical sino que tiene como objetivo una formación dentro de una enseñanza reglada como la Educación Secundaria Obligatoria. Esto conlleva el trabajo del alumnado en varios sentidos, el cual no se reduce exclusivamente al ámbito de la práctica instrumental sino que se extiende a una formación humanística general e integral más completa.

Dentro de nuestro modelo, la actividad es el núcleo principal del desarrollo del aprendizaje musical y a eso le añadimos un marco teórico ubicado dentro de la *teoría sociocultural*. La teoría sociocultural también denominada socio-histórica o histórico-cultural fue iniciada por Vygotsky y continuada por Leontiev y Luria en un principio. El hecho de que coincidiera cronológicamente con la Revolución rusa de 1917 hizo que hubiera cambios positivos a partir de nuevas propuestas en todos los campos del ámbito

científico. Tras la muerte de Lenin, la represión ideológica de la época de Stalin fue la principal causante del conocimiento tardío y fragmentado que tenemos de esta teoría. La obra de Vygotsky, *Pensamiento y Lenguaje*, cuya primera edición data de 1934, fue censurada en su segunda edición y su autor no llegó a verla publicada en vida. Hasta 1956, dicha obra no volvió a salir a la luz.

Sin embargo, en sentido estricto, no podemos decir que la teoría del enfoque sociocultural sea obra de un solo autor, debido a que ésta no se puede comprender sin tener en cuenta la obra de otros científicos. Producto de su relación directa con Vygotsky, resultan de interés las aportaciones de sus discípulos Luria, Leontiev, Bozhovich y Zaporozhets, así como de otros científicos cuya contribución ha sido reconocida con el paso del tiempo. Tal es el caso de Mijaíl Bajtín (1895-1975), filólogo y filósofo ruso cuyas aportaciones científicas, han sido recuperables gracias a sus discípulos Medvedev y Voloshinov. Las implicaciones psicológicas de su teoría del signo, los géneros lingüísticos y de la comunicación tienen un indudable interés. A pesar de que Vygotsky y Bajtín no llegaron a conocerse personalmente parece ser que hubo entre ellos una influencia mutua, aunque algo fragmentaria, tal y como muestran sus escritos (Silvestre, 1993: 23). Para estos dos autores, los factores sociales participan de forma decisiva en la construcción del psiquismo, y dentro de este proceso el lenguaje cumple un papel trascendental. Según De Pablos (1996: 128) “*en la actualidad, autores como Wertsch (1988, 1993), Silvestre y Blanck (1993) o Ramírez (1995) han tratado de integrar a Vygotsky y Bajtín, señalando nuevos enfoques y perspectivas de una teoría extraordinariamente sugerente tanto desde el punto de vista psicológico como desde el educativo*”.

El interés de este enfoque para el campo de la *tecnología educativa*, se centra en que aporta constructos y conceptos que nos posibilitan analizar y profundizar desde perspectivas alternativas la influencia de los medios (instrumentos mediadores según la terminología vygotskiana) en los procesos de enseñanza-aprendizaje. La perspectiva sociocultural se apoya en planteamientos que poco tienen que ver con modelos

experimentalistas o procesuales, usados habitualmente en la investigación educativa aplicada a medios. Tal y como señala De Pablos (1996) “*se trata de aprovechar un cuerpo teórico y metodológico que, a partir de constructos o elaboraciones conceptuales como mediación, actividad, herramientas psicológicas, mediadores, dialogicidad, privilegiación o reintegración, entre otros, nos permiten analizar situaciones curriculares mediadas por el instrumento mediador por excelencia, el lenguaje, pero también por los media característicos de nuestro tiempo, como la televisión, el video, el ordenador, los equipos multimedia, etc.*”

## 2.1. El Modelo Bordón de Educación Musical con TIC

Hemos denominado nuestro modelo educativo *MODELO BORDÓN*, debido a que nos inspiramos a nivel teórico, en la metáfora del bordón, cuerda grave de un instrumento musical que consta de dos niveles:

1. *El nivel externo.* Recubre el interior de la cuerda. Esa parte externa es de acero inoxidable y dentro de la metáfora propuesta sería la teoría sociocultural que envuelve e impregna el interior de la cuerda denominado nivel interno.
2. *El nivel interno.* El bordón por dentro, está hecho de una material denominado nylon. La parte interna de la cuerda está formada por una serie de finos hilos que se entrecruzan. Los distintos hilos son los elementos del modelo, tomados de conceptos básicos de la teoría sociocultural.

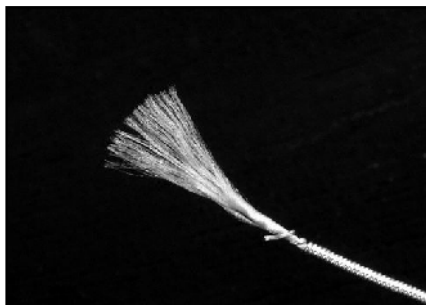


Imagen 4. El bordón musical.

En el siguiente gráfico observamos la estructura en dos niveles del Modelo Bordón:

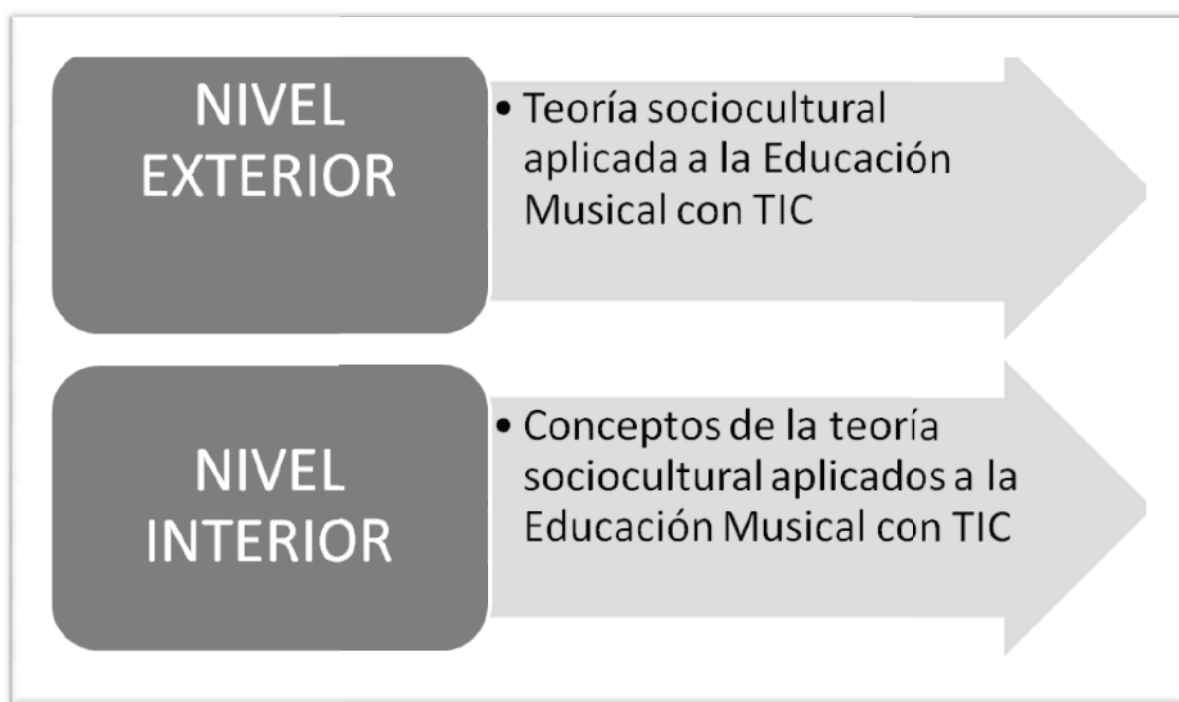


Figura 2. Niveles teóricos del Bordón musical.

Los diez elementos con los que organizamos el diseño teórico del Modelo Bordón (nivel interior), inspirados en la teoría sociocultural son los siguientes:

### *1. Aprendizaje constructivo, por descubrimiento*

El modelo de aprendizaje musical que proponemos es constructivista. El alumnado indaga, busca, investiga en sus actividades, apoyado por las interacciones sociales con otros sujetos. Potenciamos con este sistema de actividad lo que Vygotsky (1978: 85-86) denomina “zona de desarrollo próximo” o ZDP

“Supongamos que investigo a dos niño cuando entran en la escuela, los dos con una edad cronológica de 12 años y con un desarrollo mental equivalente a 8 años de edad. ¿Puedo decir que los dos tienen la misma edad mental? Por supuesto ¿Y qué significa esto? Significa que pueden abordar por su cuenta tareas hasta el grado de dificultad normalizado para el nivel 8 años de edad. Si me detengo en este punto, la gente pensará que el posterior curso del desarrollo y el aprendizaje escolar de estos niños será el mismo porque depende de su intelecto [...] Ahora imaginemos que mi estudio no finaliza aquí, sino que empieza [...]

Supongamos que nuestro [...] [que estos niños] tienen varias maneras de abordar una tarea [...] que resuelven con mi ayuda. En estas circunstancias resulta que el primer niño puede resolver problemas hasta el nivel correspondiente a los 12 años de edad [y el segundo] hasta el nivel correspondiente a los 9. Entonces, ¿son estos niños mentalmente iguales? Cuando se demostró por primera vez que la capacidad de niños con el mismo nivel de desarrollo mental para aprender bajo la guía de un enseñante variaba mucho, se hizo patente que esos niños no eran mentalmente iguales y que el curso posterior de su aprendizaje sería claramente diferente. Esta diferencia entre 12 y 8 años, o entre 9 y 8, es lo que llamamos zona de desarrollo próximo”

## 2. Aprendizaje activo/teoría de la actividad

El Modelo Bordón promueve un tipo de aprendizaje basado en la actividad. Cole (1999) afirma que la tesis central de la escuela histórica rusa es que la estructura y el desarrollo de los procesos psicológicos humanos surgen de la actividad práctica mediada culturalmente y en desarrollo histórico. He aquí estos conceptos claves:

2.1. *Mediación por artefactos*. Los individuos modifican los objetos materiales para regular sus interacciones con el mundo y entre sí.

2.2. *Desarrollo histórico*. Además de utilizar y de hacer herramientas, los seres humanos recurren a las herramientas ya creadas para su redescubrimiento en cada generación sucesiva. La cultura puede ser entendida como la reserva total de artefactos acumulados a través de la historia.

2.3. *Actividad práctica*. La actividad es donde las personas experimentan el residuo material/ideal de la actividad de generaciones anteriores.

El siguiente triángulo, tomado por Engeström y posteriormente desarrollado, a partir del triángulo mediacional básico de Vygotsky (1987), plantea la actividad como *medium*, resultado y condición para el pensamiento humano. El territorio de la actividad práctica es donde se crean y utilizan los artefactos u objetos destinados al aprendizaje.



Figura 3. Triángulo de la actividad de Vygotsky (posteriormente desarrollado por Engeström).

### *3. Mediación sociocultural mediante artefactos ideales/materiales*

Con nuestro modelo educativo empleamos los ordenadores/sistema de aprendizaje, Internet, Nuevas Tecnologías y el aprendizaje mediante artefactos significativos culturalmente para el alumnado. Según Vygotsky (1929), todos los artefactos son culturales. John Dewey, Hegel y Marx están en la misma línea al considerar un artefacto, como un aspecto del mundo material, que se ha modificado durante la historia de su incorporación a la acción humana dirigida a metas. En función de su proceso de creación y uso, los artefactos son de forma simultánea ideales (conceptuales) y materiales (recursos físicos o técnicos).

Hablamos de artefactos materiales en la medida en que su forma material ha sido modelada por la participación en las interacciones de las que antes eran parte y que ellos (los artefactos) median en el presente. Definidos de esta manera, las propiedades de los artefactos se aplican con igual fuerza ya se considere lenguaje o las formas más conocidas como pueden ser una silla o una mesa. La incorporación de los artefactos o herramientas crea una nueva relación estructural en la que las rutas cultural (mediada) y natural (no mediada) operan sinérgicamente, es decir, la acción conjunta de ambas hace que el resultado final sea igual o mayor que las dos por separado.



A continuación mostramos el triángulo mediacional propuesto por Engeström (1987):

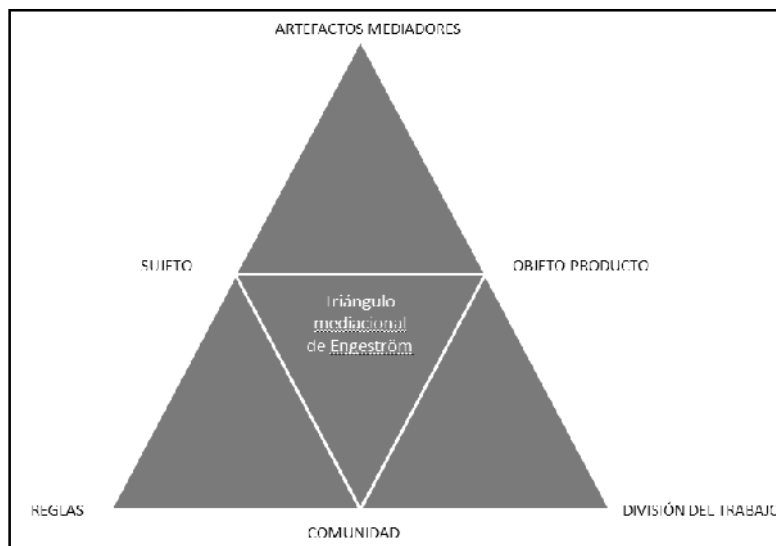


Figura 4. Triángulo mediacional básico completado por Engeström (1987) basado en el triángulo mediacional básico de la actividad propuesto por Vygotsky.

#### 4. División del trabajo, autonomía, autogestión

La metodología de trabajo consiste en la dificultad progresiva a la hora de trabajar, desarrollando la autonomía en el trabajo.

Lave y Wenger (1991) relacionan el concepto de desarrollo próximo con el desarrollo de la autonomía o la autogestión en el aprendizaje a propósito de *“la distancia entre las aptitudes para la resolución de problemas que muestra un estudiante cuando trabaja solo y las aptitudes para la resolución de problemas de ese mismo estudiante cuando recibe la ayuda de personas más experimentadas”*. Construimos de esta forma un andamiaje que supondría el puente entre la interdependencia en el desarrollo cognitivo y la independencia y autogestión del aprendizaje del alumnado.

Proponemos el desarrollo de actividades de distinto tipo: investigación, desarrollo, refuerzo, ampliación, video, informática musical y además la organización de una orquesta escolar, mediante nuestro modelo, que propicie una división del trabajo, donde unos tocan instrumentos, otros bailan y otros graban sus creaciones para

posteriormente ser compartidas en Internet con sus compañeros. De esta forma se produce una simulación en contextos de aprendizajes reales, de auténticos músicos profesionales, que actúan, dan conciertos y se involucran en una práctica pedagógica musical y social de alto nivel (de esta forma recrean situaciones de músicos profesionales sin serlo en realidad). Esto potencia la comprensión de una manera global del fenómeno musical, su complejidad y funcionamiento dentro de contextos reales de aprendizajes.

Se plantea la elección y montaje de un repertorio variado y elegido por el propio alumnado (clásico, popular, flamenco), que muestre una cercanía de la materia con el contexto social, atendiendo así, a gustos, preferencias y motivaciones personales de los discentes. El espíritu de nuestro modelo educativo-musical se aproxima al de Davydov (1995), ya que favorecemos el desarrollo integral de la personalidad basándonos en la cultura (microculturas del alumnado), propiciamos el desarrollo creativo (el alumnado genera sus propias coreografías de baile), y pone énfasis en los valores implícitos en la música (constancia, tolerancia, respeto, hábito de trabajo, orden o respeto). *El pedagogo musical actúa no como sabio o transmisor de conocimientos sino como facilitador de los mismos*, sirviendo de guía y asesor en todo momento a lo largo del proceso formativo.

Proponemos el otorgarle cada vez una mayor libertad en los aprendizajes al alumnado. Al principio del proceso de aprendizaje, partimos de una fuerte clasificación de las tareas, la cual va siendo cada vez más débil y requiriendo de una mayor responsabilidad y autonomía del alumnado de cara al trabajo. Este concepto se conoce como encuadre o “framing” y consiste en la regulación del control dentro del sistema de actividad (Bernstein, 2000).

Con este estudio (entre otras cosas) tratamos de subsanar, en cierto modo, algunas carencias de las investigaciones de Vygotsky, que se ocupan fundamentalmente de la transmisión cultural y desatiende cuestiones como la innovación y la diversidad.

### *5. Resolución de conflictos/problemas planteados*

Se plantean problemas y cuestiones que el alumnado debe resolver. El modelo pedagógico que exponemos destaca el valor de la resolución problemas planteados con un nivel de dificultad ascendente en cuanto a su exposición y resolución. Vygotsky (1987:212) nos clarifica la idea de la importancia de que las dificultades propuestas en la instrucción vayan por delante del desarrollo del alumnado apoyándose en la zona de desarrollo próximo, en individuos más capacitados que a través de interacciones sociales propicien el esfuerzo que posibilita el desarrollo cognitivo:

“hemos visto que la instrucción y el desarrollo no coinciden. Son dos procesos diferentes con unas interrelaciones muy complejas. La educación sólo es útil cuando va por delante del desarrollo. Cuando lo hace, impele o despierta una serie de funciones que están en fase de maduración y se encuentran en la zona de desarrollo próximo. Éste es el principal papel de la educación en el desarrollo. Esto es lo que distingue la educación de un niño del adiestramiento de un animal. También es esto lo que distingue la educación orientada hacia el pleno desarrollo del niño en la enseñanza de unas aptitudes técnicas especializadas como teclear o montar en bicicleta. El aspecto formal de cada materia escolar es aquel donde se plasma la influencia de la educación en el desarrollo. La educación sería totalmente innecesaria si sólo utilizara lo que ya ha madurado en el proceso de desarrollo, si ella misma no fuera una fuente de desarrollo”.

### *6. Interacciones sociales, trabajo colaborativo*

El alumnado interactúa socialmente a través de nuestro modelo y elabora actividades de manera conjunta, promoviendo el desarrollo cognitivo. Según Hutchins (1986:57) “*lo que aprendemos y lo que sabemos son fragmentos de una estructura mediadora [mediada socialmente a través de la interacción con otros individuos]. Pensar consiste en coordinar estas estructuras entre sí. El pensador proporciona coordinación entre muchos medios estructurados*”. Vygotsky presenta una concepción dialéctica de las relaciones entre lo personal y lo social que difiere diametralmente de las nociones reduccionistas. La vida social es una condición necesaria para el desarrollo de la lógica. Por lo tanto pensamos que la vida social transforma la naturaleza misma del individuo, haciéndola pasar a un estado artístico que supone la apropiación de la personalidad del artista a través de la misma. En consecuencia hablamos de

cooperación, cuando nos referimos a un proceso de creación de nuevas realidades y no un simple intercambio entre individuos.

En cuanto a las actividades que vinculan a uno o varios individuos Tudge (1997:120-121) hace referencia en este párrafo

“El desarrollo es una función de factores relacionados con la actividad inmediata en la que participan una o varias personas (el nivel microgenético de análisis), con la edad y las características evolutivas de la persona o personas estudiadas a medida que se desarrollan a lo largo de la vida (el nivel ontogenético), con los símbolos, los valores, las creencias, las tecnologías y las instituciones de toda la cultura (factores relacionados con el nivel de análisis cultural-histórico) y con el desarrollo de la especie (el nivel filogenético). Aunque existe una organización jerárquica, también hay interconexiones entre los distintos niveles. A causa de estas interconexiones, la comprensión del desarrollo exige un análisis que incluya todos los niveles, aunque el nivel filogenético rara vez se considere al ser prácticamente inmutable para todos salvo para quienes estudian el desarrollo arqueológico. En el fondo, esto supone estudiar aspectos de los individuos en desarrollo, las relaciones entre esos individuos y su entorno inmediato (personas y objetos) y el contexto cultural-histórico más general. Limitar el análisis a un solo nivel es insuficiente para comprender el desarrollo”.

### *7. Evaluación recíproca*

El alumnado, a través de la plataforma telemática, realiza autoevaluaciones y evaluaciones recíprocas o heteroevaluaciones de forma que califica de manera cuantitativa (puntuación numérica) y de forma cualitativa (comentarios de mejora de las creaciones de sus compañeros). Partiendo de la base de que el aprendizaje útil es aquel que se comparte, potenciamos las evaluaciones recíprocas en nuestro modelo. Las evaluaciones recíprocas propician un aprendizaje constructivo y responsable, que ayuda a que los individuos tengan un aprendizaje muy profundo al ejercer nuevos roles y relaciones (Biggs, 2005).

Este es además un tema de actualidad tal y como reflejan Rebollo y García (2006), que tratan de la importancia de la evaluación recíproca y la evaluación entre iguales en el Espacio Europeo de Educación Superior. Los resultados de dicho estudio

revelan efectos positivos de estas dinámicas en relación con el género, las cuales suponen una revolución cultural en las concepciones y actitudes de los estudiantes hacia su propio aprendizaje (Fachicov y Goldfinch, 2000).

#### 8. *Aproximación entorno escolar/cotidiano*

El modelo de aprendizaje que planteamos es una aproximación e hibridación entre el entorno vital cotidiano (familia, amigos, casa) y el entorno escolar formal (compañeros, profesores). En inglés se usa el término “*blended-learning*” (aprendizaje mixto), para referirse a esta cuestión. Los materiales didácticos están en Internet y en el alumnado los tiene de manera permanente a su disposición, permitiéndole de esta forma trabajar en el centro educativo y en su casa. Vygotsky (1987:216) apunta en este sentido que “*cuando un escolar resuelve un problema en su casa basándose en un modelo que se le ha enseñado en clase, sigue actuando en colaboración aunque en aquel momento no esté junto a él [el profesor]. Desde una perspectiva psicológica, la solución del segundo problema es similar a esta solución de un problema en casa. Es una solución alcanzada con la ayuda del enseñante. Esta ayuda (este aspecto de la colaboración) está presente de una manera invisible. Está contenida en lo que desde fuera parece la solución al problema alcanzada independientemente por el niño*”.

Esta aproximación entre entorno escolar y cotidiano pasa por ofrecer contenidos motivadores y significativos. Propociamos la creación de foros sobre música acorde a los gustos y preferencias del alumnado (dance, tecno, hip-hop). En esta línea, Moll y Greenberg (1990:345-346) señalan que “*un elemento indispensable [en la formación] es la creación de conexiones significativas entre la vida académica y social mediante las actividades concretas [diseñadas por los propios] estudiantes*”.

#### 9. *Comunicación, habla, texto*

En el Modelo Bordón empleamos herramientas informáticas que permiten diferentes modalidades de discurso, como comunicación sincrónica (chat) y asincrónica (foros, mensajería interna). Estas modalidades de comunicación online, hacen necesaria la adquisición de un vocabulario informático específico aplicado a la música (en

actividades como la edición de partituras o la grabación musical). A propósito del lenguaje, Cole (1999), hace referencia al concepto de *modularidad*. Dice que el lenguaje es considerado como un módulo, dentro del aprendizaje; además otros módulos serían: la percepción del color, la forma, las relaciones tridimensionales y el reconocimiento de las voces. Por lo tanto, estaríamos hablando de bloques de cognición. En el campo de la música podríamos hablar de la percepción auditiva como un módulo del lenguaje musical, aspecto que desarrollamos mediante la audición y el análisis de obras musicales.

El desarrollo de un vocabulario específico acerca de las nuevas tecnologías aplicadas a la música y su influencia en los procesos mentales superiores son también una cuestión importante (basado en Minick, 1985). En esta línea Vygotsky (1987:126, 213, 259) hace referencia a la relevancia de la relación entre pensamiento y lenguaje: “todas las funciones mentales superiores son procesos mediados. Un aspecto básico y esencial de su estructura es el uso del signo como medio para dirigir y dominar los procesos mentales [...] [las funciones mentales superiores, las cuales] son un aspecto del desarrollo cultural del niño y tienen su origen en la colaboración y la educación [...] al principio, estas funciones [mentales superiores] surgen como formas de actividad cooperadora. Sólo después, el niño las transforma en la esfera de su propia actividad mental”.

#### *10. Integración sociocultural de la institución educativa*

En el modelo de Educación Musical que presentamos, se crea una auténtica *red de aprendizaje intergrupala e internivel*, eliminando las barreras físicas, arquitectónicas y psicológicas que supone el aula. Posibilita la comunicación entre los distintos componentes de la comunidad educativa como son: alumnado, profesorado y padres e implica, de esta manera a la comunidad educativa en su conjunto. *De esta forma generamos una red social virtual que propicia el aprendizaje musical en red.*

Nuestro estudio tiene elementos que lo aproximan a la investigación ecológica, ya que, en el Modelo Bordón, las nuevas tecnologías acercan lo cotidiano a lo escolar en un contexto de cultura globalizada en la que los diferentes individuos con diversas

motivaciones se engloban en una red inclusiva de aprendizaje, con una metodología común, compartida, significativa y a la vez regulada por ellos mismos.

Las nuevas tecnologías suponen un nuevo paradigma en el aprendizaje modificando las relaciones sujeto-medio-objeto (tal como observamos en el triángulo de la actividad) dentro del campo de la música. La modificación de los artefactos empleados en la asignatura varía también la concepción y la visión del discente en torno a la materia, debido a que permite establecer una nueva relación entre los modos de adquisición de la cultura musical y los procesos mentales del alumnado.

La filosofía de nuestro modelo pedagógico se basa en la *segunda generación de la teoría de la actividad*, que está orientada a las interrelaciones entre el sujeto como individuo y su comunidad (Engeström, 1987). Pero también, nos permite establecer un paralelismo con la *tercera generación de la teoría de la actividad*, ya que en nuestro sistema de actividad creamos redes avanzadas de aprendizaje que trascienden los límites de la escuela.

El alumnado hace uso de la red Internet y consulta gran cantidad de páginas web, que son su “nuevo libro de texto”. En esta línea Kozulin (1998) destaca la importancia de la literatura (en nuestro caso literatura digital) como instrumento psicológico y el empleo de prácticas literarias (haciendo preguntas sobre dichas páginas webs) en el desarrollo de prácticas pedagógicas que nos permitan modificar lo que leemos para comprendernos a nosotros y a los demás.

Basándonos en la metáfora del jardín de Cole (1999), el pedagogo musical es el encargado de sembrar la semilla del conocimiento en el alumnado, la cual no basta con que sea plantada sino que requiere de agua y calor para que se desarrolle. Ahí entraría en juego la labor de guía y asesoramiento del profesorado dentro del proceso de aprendizaje, dirigida a la adquisición de la autonomía y la autogestión del discente en los entornos TIC.

### 3. Sobre el modelo de gestión del conocimiento educativo-musical “Bordón”

Del Modelo Bordón, destacamos su actualidad, pues estamos inmersos en la Sociedad del Conocimiento y uno de los aspectos que potencia nuestro modelo es el aprendizaje y la transmisión de información a través de *redes virtuales*. En este sentido, Scardamalia y Bereiter (1991, 1996) afirman que el tipo de educación del estudiante para la vida en sociedad ha de ser: flexible, creativa, que capacite para la resolución de problemas, la alfabetización tecnológica, que aporte técnicas para buscar la información y genere una disposición positiva de cara a la formación continua y el aprendizaje durante toda la vida.

En nuestro trabajo planteamos el *desarrollo del Modelo Bordón, basado en la aplicación de las técnicas estadísticas procedentes de minería de datos educativos (EDM) para la consecución de un modelo más completo, que nos permita evaluar y gestionar el conocimiento educativo-musical adquirido. La utilización de técnicas estadísticas basadas en la minería, nos permite extraer patrones de comportamiento del alumnado y su actividad*, a partir de datos generados en soporte informático de plataformas de teleformación online. En cualquier plataforma de teleformación, las tablas generadas son susceptibles de ser analizadas con EDM y de esta forma, obtenemos información que oriente a la creación de modelos educativos más complejos, que denominamos de gestión del conocimiento.

Si tomamos como referencia el mundo de los negocios podemos hacer una extrapolación al mundo de la Educación Musical con TIC, de cuestiones que atañen a la adquisición del conocimiento online. Esta cuestión la recogemos en la siguiente tabla, inspirada en Jing Luan (2001):



<i>Cuestiones del mundo de los negocios</i>	<i>Cuestiones del mundo de la Educación Musical</i>
¿Quiénes son mis clientes más beneficiosos?	¿Quiénes son los estudiantes que aprovechan más el tiempo en la plataforma musical?
¿Quiénes son los mayores visitantes de mi sitio web?	¿Quiénes son los que se conectan más veces a la plataforma musical?
¿Quiénes son los clientes más fieles?	¿Quiénes son los estudiantes más constantes en el uso de la plataforma musical?
¿Quiénes probablemente comprarán más?	¿Qué estudiantes están más comprometidos con el trabajo en la plataforma musical?
¿Qué clientes probablemente dejarán de serlos?	¿Qué tipo de contenidos podemos ofrecer para motivar más a los estudiantes en la plataforma musical?

Tabla 2. Traspase de un cuestionario de marketing en *e-learning* a nuestro modelo de gestión del conocimiento educativo-musical.

Nuestro trabajo nos aporta una novedosa forma de trabajo en la Educación Musical en la ESO a través de herramientas de tipo cualitativo y cuantitativo, de manera que nos aproxima a una concepción dual, integrada, mixta y científica de la evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje musicales en escuelas formales, basados en las tecnologías de la información y la comunicación, en el marco de la Sociedad del Conocimiento en la que nos encontramos inmersos.

A partir de todo lo expuesto anteriormente, desarrollamos para en el campo de la investigación evaluativa una metodología de trabajo para la evaluación de modelos de gestión del conocimiento mediante la denominada como Minería de datos educativos o Educational Data Mining (EDM), que permite introducir nuevas técnicas de análisis de información y métodos más minuciosos, a través de la introducción de nuevos algoritmos y procedimientos estadísticos con grandes volúmenes de información, registrados en las bases de datos de las plataformas telemáticas o virtuales en Educación Musical. Dicho tema será motivo de desarrollo teórico en el siguiente capítulo y enlazará con todo el aparato metodológico de nuestro trabajo que integra la evaluación del diseño, el proceso de uso y el impacto de un modelo de gestión del conocimiento educativo-musical con TIC.

El hecho de tener un nivel superior de control y gestión de nuestro modelo educativo, mediante el empleo de nuevos programas informáticos aplicados al campo educativo como SPSS Clementine 11.1, Weka 1.0 o Statistica 7.0, permite la aplicación de nuevas técnicas de análisis y algoritmos informáticos. Dichas técnicas proporcionan análisis más precisos y rápidos de las diferentes dimensiones de nuestro estudio, relativas a la evaluación del diseño, el proceso y el impacto de un modelo educativo-musical basado en las TIC.

A continuación y a modo de síntesis de este capítulo, mostramos un gráfico que ilustra de manera sintética los elementos esenciales que constituyen el Modelo de gestión del conocimiento educativo-musical y que son expuestos a lo largo de los capítulos que forman el marco teórico del presente trabajo de investigación:

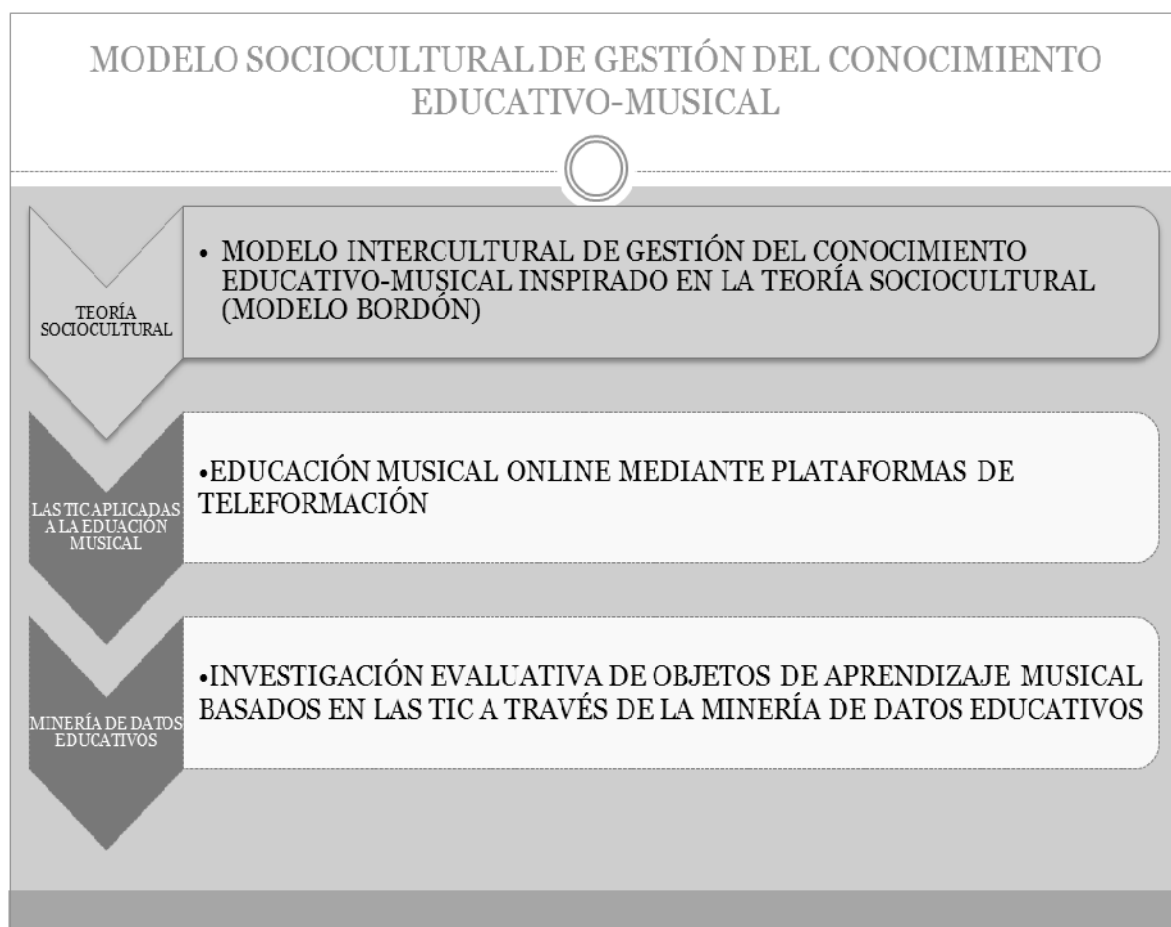
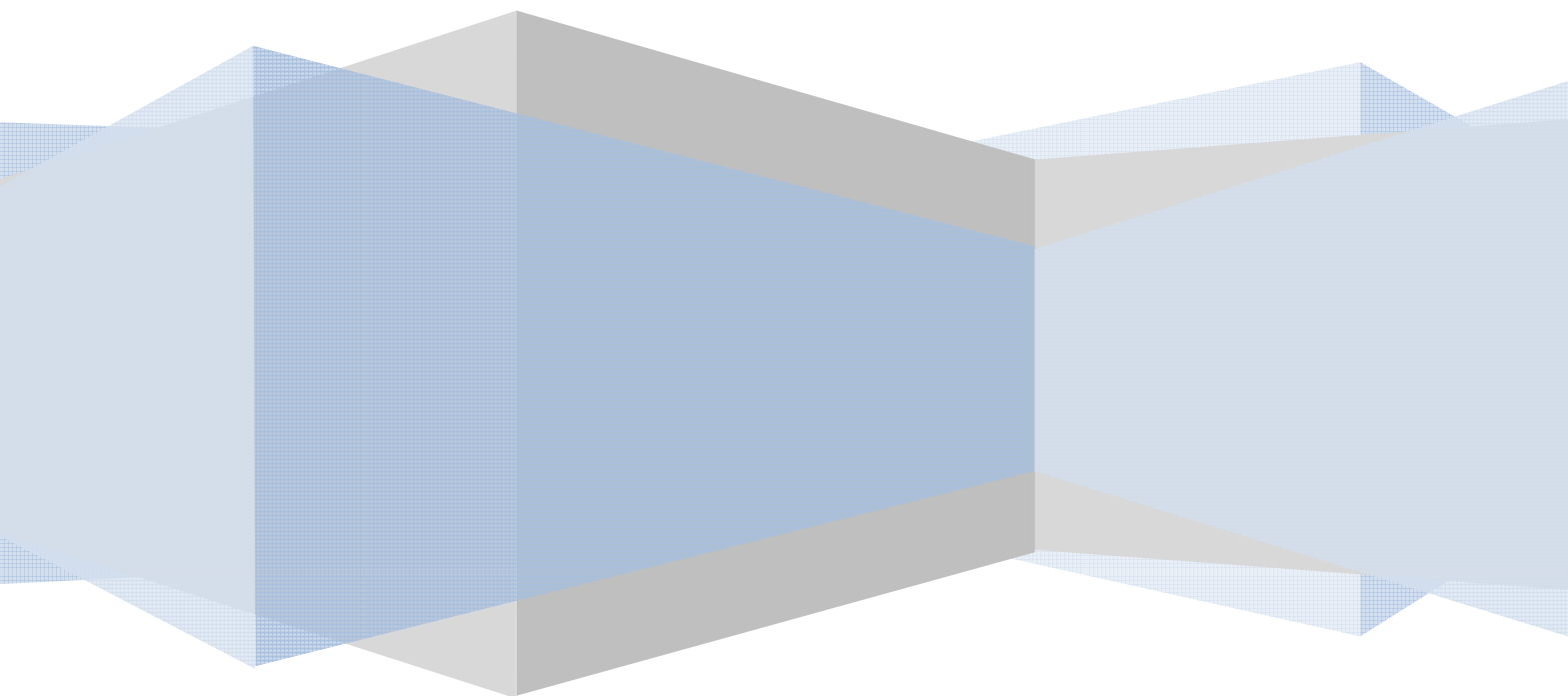


Figura 5. Modelo sociocultural de gestión del conocimiento educativo-musical en la ESO basado en las TIC.

# La minería de datos educativos aplicada a la Educación Musical en la ESO con plataformas de teleformación

1. Introducción a la minería de datos educativos
2. Las fases de minerización de los datos educativos musicales
3. Sobre la minería de datos aplicada a la Educación Musical





## ***Capítulo 4. La minería de datos educativos aplicada a la Educación Musical en la ESO con plataformas de teleformación***

---

### **1. Introducción a la minería de datos educativos**

Partimos del modelo expuesto en el capítulo anterior (*Modelo Bordón*) y a continuación, en este capítulo planteamos una metodología de trabajo para la aplicación de la minería de datos en *plataformas educativas*. Esta *metodología nos permite estudiar de forma ordenada, mediante distintas fases, los datos del proceso de uso de las plataformas de teleformación, soporte informático básico en nuestro modelo de Educación Musical con TIC*. Estos datos se registran en tablas que contienen gran cantidad de variables que tras su exploración y limpieza aportan conocimiento útil y significativo de la actividad generada en dicho soporte.

Para ello, nos basamos en el *Educational Data Mining* (EDM), que consiste en la aplicación de la minería de datos o Data Mining al campo de la educación. Es el proceso de analizar grandes volúmenes de datos desde diferentes perspectivas, a través de distintos modelos de estudio y extraer información útil de esos datos. "*Es el proceso de identificar patrones en los datos que sean válidos, novedosos, potencialmente útiles y por último inteligibles*" (Frawley, Piatetsky-Shapiro y Matheus, 1992; Fayyad, Piatetsky-Shapiro, Smyth y Uthurasamy, 1996).

Según Minareei-Bidgoli (2004), es el proceso de usar máquinas para aprender, estadística y técnicas de visualización para presentar el conocimiento de una forma fácilmente comprensible. La palabra conocimiento en KDD<sup>1</sup> se refiere al descubrimiento de patrones que son extraídos de los datos procesados. Un patrón es una expresión que atañe a la descripción de subseries de datos. El KDD, es un paso adicional con respecto al Data Mining (DM). Tal y como señalan Fayyad, Piatetsky-Shapiro, Smyth, y Uthurasamy (1996) el KDD es el proceso de descubrir el conocimiento, posterior al Data Mining, mientras que el DM se refiere a la aplicación de algoritmos para extraer patrones de los datos. Por lo tanto el DM es parte del KDD. Se trata de un proceso complejo que no sólo abarca la obtención de modelos o patrones (objetivo de la minería de datos) sino también la interpretación o la evaluación de los mismos para la extracción de conocimiento útil y relevante de cara a la investigación.

Destacamos que este capítulo no pretende ser un manual de minería de datos, o un corolario de técnicas estadísticas, sino que por el contrario, persigue tanto a nivel práctico como teórico, como objetivo básico y fundamental *exponer y desarrollar un método, manera o forma de trabajar organizada, rigurosa, sistemática y eficaz con los datos que recogemos en las plataformas educativas online en Educación Musical en la ESO. Además de desplegar las posibilidades y las técnicas de la minería de datos educativos, las ubicamos en un contexto teórico* (El Modelo Bordón) y empírico de trabajo apropiados.

---

<sup>1</sup> Las siglas KDD significan *Knowledge Discovering in Databases*, descubrimiento de conocimiento o extracción de conocimiento útil en bases de datos.

Destacamos que, aunque en nuestro estudio de manera concreta nos centramos en la plataforma *Moodle*, el *mismo proceso es válido para otras plataformas* que permitan hacer copias de seguridad desde el gestor de la base de datos (en formatos conocidos como txt, xls, xlm, doc o pdf) como por ejemplo Webct, Blackboard, Lotus Learning Space o First Class y se registren en un formato de tabla, es decir, con registros y variables. Además, al margen de que nuestro trabajo haga referencia concreta a la Educación Musical (porque la pedagogía que empleamos es pedagogía aplicada y se vincula con alguna materia o área de conocimiento: lengua, matemáticas, historia, física...) *también puede emplearse en cualquier otro campo del conocimiento susceptible del empleo de herramientas de teleformación*. Por lo tanto, la música, no es más que un “pretexto” para diseñar un modelo que permita extraer información útil de plataformas educativas más allá del ámbito específico de la propia ciencia de la música. En definitiva presentamos una metodología transportable y adecuada para ser empleada en la formación con TIC.

Dentro de la minería de datos educativos, la *bibliografía existente* se acerca al problema del trabajo con estos grandes volúmenes de datos de muy diversas formas y maneras. Nosotros, en nuestra investigación pretendemos *dar luz al trabajo en los métodos de la investigación y diagnóstico educativo-musical*, aplicando una metodología estándar que nos sirva para enfrentarnos a los problemas que resuelve la minería de datos de una forma clara, coherente y ordenada.

En nuestra investigación, aplicamos la minería de datos a una plataforma de teleformación musical y desarrollamos una metodología que nos acerca a las diferentes fases del proceso en minería de datos educativos, las tareas implicadas en cada fase y la explicación de los conceptos de cada una de las tareas implicadas para la correcta selección y el aprovechamiento de las técnicas en minería de datos destinadas a la consecución de los objetivos generales y específicos de nuestro trabajo.

## **2. Las fases de minerización de los datos educativos musicales**

Nuestro estudio desglosa las *distintas fases* que tienen lugar en cualquier análisis mediante la minería de datos educativos con plataformas de teleformación

musical, de forma que podamos hacer una correcta aplicación en el plano de la pedagogía musical. Los gráficos, las herramientas y los algoritmos informáticos proceden básicamente de dos programas: uno de software comercial, denominado SPSS Clementine y otro de software libre, Weka. Con el fin de aplicar herramientas informáticas que nos ayuden en nuestras de evaluación de la información registrada en el trabajo con plataformas de teleformación, confeccionamos un método, una forma organizada de trabajar con los datos y para ello, nos basamos en la explicación de cada una de las fases que constituyen dicha metodología para el procesamiento de la información mediante la minería de datos y a través de gráficos y explicaciones de cada una de las herramientas informáticas implicadas, de manera que nos permitan, el máximo rendimiento y aprovechamiento de cara utilidad a la investigación educativa.

Los apartados en los que dividimos a nivel teórico la información almacenada en nuestra plataforma musical consisten en: *preproceso*, *proceso* y *postproceso*. Para desglosarlos y explicar sus posibilidades y aplicaciones, mostramos un extenso corolario de técnicas que empleamos en minería de datos educativos y que nos posibilitan explotar al máximo esta metodología de análisis de datos cuantitativos con plataformas de teleformación. El proceso es sencillo, ya que partimos de la información que se registra en las tablas que contienen la información (hasta del último clic, que hacemos con el ratón de nuestro ordenador) de nuestro proceso de formación, tanto presencial como a distancia. Filtramos los datos más relevantes, los procesamos para organizarlos y posteriormente aplicamos todo tipo de técnicas de extracción de conocimiento útil y significativo de los procesos de enseñanza-aprendizaje implicados.

La minerización<sup>2</sup> de datos educativos musicales consiste en una serie de tareas que organizamos en un total de seis fases, divididas en tres grandes bloques (preproceso, proceso y postproceso). Uno de los motivos principales de la aplicación de las herramientas de la minería de datos educativos, es que debido a la ingente de datos que generan normalmente, las plataformas de teleformación, es necesaria la creación de modelos estadísticos, orientados a la extracción de conocimiento útil de las bases de datos registrados en Internet y destinados a la evaluación de objetos de aprendizaje

---

<sup>2</sup> Término tomado de Sierra (2006).



musical online. Dichos objetos de aprendizaje son foros, chats, cuestionarios, tests de conocimiento musical y el registro de actividad de los usuarios en las plataformas. Para su estudio, establecemos las siguientes fases: limpieza y selección de las variables significativas para el estudio en nuestra investigación, de las tablas registradas en las plataformas de teleformación (1), la aplicación de modelos de cluster, segmentación o conglomerado (2), los modelos de clasificación (3), los modelos basados en árboles de decisión (4), la extracción de reglas de asociación (5) y la visualización de la información (6). Estas fases las reflejamos de forma esquemática, en forma de pirámide en el siguiente gráfico:

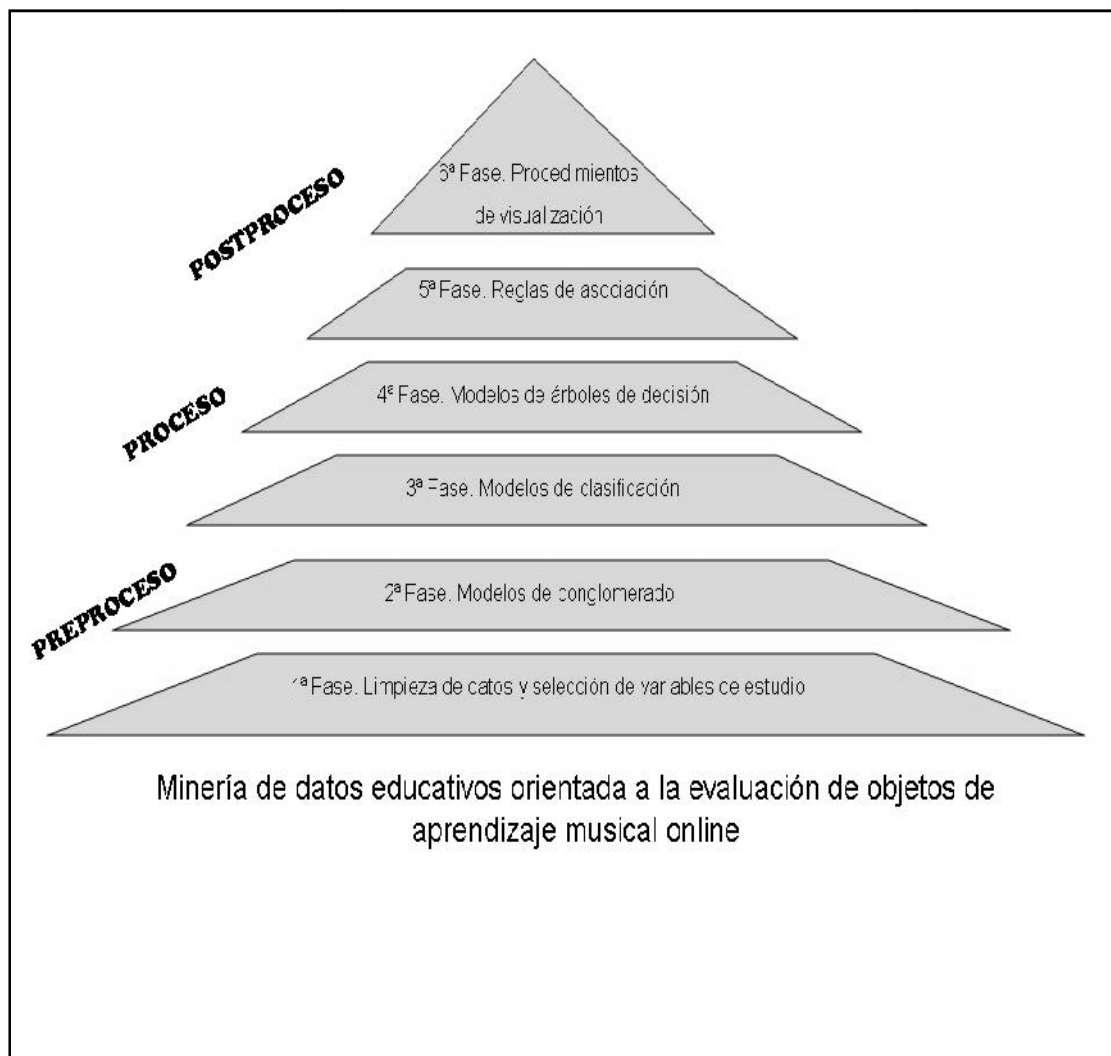


Figura 6. Fases que constituyen el trabajo de minería de datos educativos orientada a la evaluación de objetos de aprendizaje musical online (registro de actividad en las plataformas, los foros, los chats y las lecciones).

## **2.1. Preproceso: Análisis estadísticos descriptivos básicos, limpieza de la información, selección de variables y modelos cluster**

Una tarea interesante al empezar nuestro proceso de trabajo en minería de datos musicales es la creación de un almacén de datos (*data warehousing*). Dentro de ese almacén de datos es conveniente hallar los valores que no se ajustan al comportamiento general de los datos recogidos (*outliers*) y los valores perdidos (*missing values*). En los almacenes de datos, nos facilita la tarea el hecho de discretizar, convertir valores nominales en valores numéricos. Por lo tanto, recomendamos el empleo de una base de datos ordenada, estructurada y organizada que facilite el acceso a la información y su posterior tratamiento.

Uno de los procedimientos más interesantes a la hora de enfrentarnos por primera vez con los datos es el procesamiento analítico en línea denominado OLAP (*online analytic processing*). Este permite un análisis multidimensional de los datos, de forma que generamos informes y vistas sofisticadas en tiempo real. La minería de datos educativos, más que verificar los datos de patrones hipotéticos usa los datos para encontrar patrones. Emplear OLAP al principio del KDD para explorar los datos, nos ayuda a centrar nuestra atención en variables de estudio significativas. *Cuanto más comprendamos los datos más efectivo será el proceso de conocimiento.*

### **2.1.1. Análisis estadísticos descriptivos básicos, limpieza de la información, reducción y selección de variables**

Las tareas de obtención de los estadísticos descriptivos básicos las orientamos a la descripción de las frecuencias de las variables que contienen las tablas, sobretodo de la actividad del profesorado y del alumnado.

A continuación, tras la realización de las copias de seguridad de los ficheros con los datos que contienen los registros de uso de la plataforma, pasamos a la *limpieza y selección de las variables más significativas* para nuestro proyecto de minería de datos educativos con información musical.

El objetivo básico del preproceso consiste en agrupar las entradas de cada valor de los atributos elegidos, reunir y transformar la información de los otros atributos destinados a su posterior análisis. Para ello empleamos distintas herramientas denominadas *filtros*. La clasificación que realizamos de los filtros consiste en procesos de *aprendizaje supervisado y no supervisado*. Esta clasificación responde al nivel de control que ejercemos a la hora de aplicación de estos filtros. A continuación hacemos un recorrido por diferentes recursos empleados en minería de datos para esa selección y limpieza de la información de la fuente de datos original.

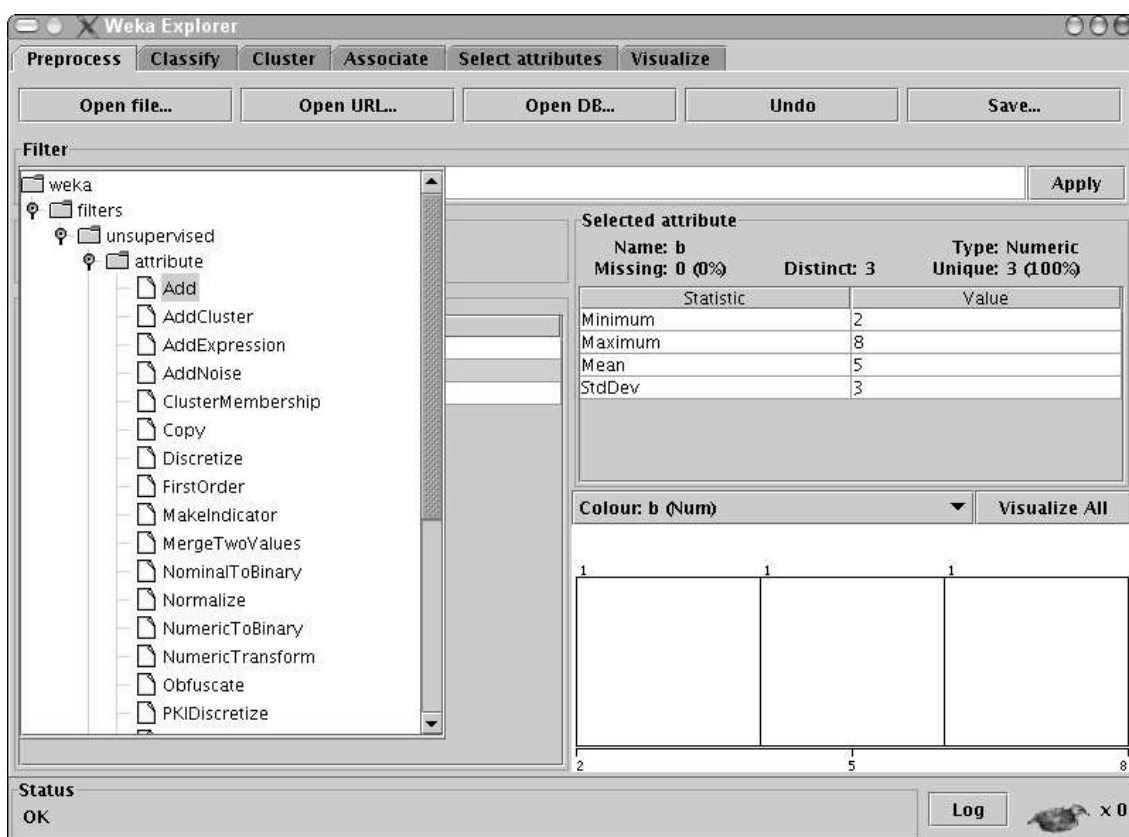


Imagen 5. Diferentes tipos de filtros nos permiten limpiar seleccionar la información que empleamos para construir nuestro modelo.

Cuando nos encontramos con la plataforma educativa, la primera tarea que nos planteamos es extraer la información de las tablas que registran las bases de datos. La plataforma de teleformación musical cuenta con la posibilidad de acceder a la base de datos (sólo en el caso de tener los privilegios necesarios como creadores de cursos) y desde aquí, tenemos la posibilidad de hacer copias de seguridad en distintos formatos

(pdf, csv, excel, word, txt) para posteriormente trabajar con ficheros que reconozcan los distintos proyectos de minería de datos.

A continuación, mostramos un ejemplo de un *proyecto de minería de datos educativos musicales* con el software Weka. Dichas tareas pueden ser desempeñadas de una forma muy gráfica a través de un escritorio que nos permite diseñar y experimentar con nuestros proyectos de minería de datos. Las distintas tareas (nodos) son puestas en relación a través de conectores o flechas y cada uno de los iconos son configurados por separado, permitiendo manipular una gran cantidad de opciones diferentes. De esta forma creamos una red que posibilita la automatización de tareas o procesos de aprendizaje automático con los datos que tomamos de una fuente original, que es probada o testada en primer lugar y posteriormente aplicada al volumen total de datos de la muestra.

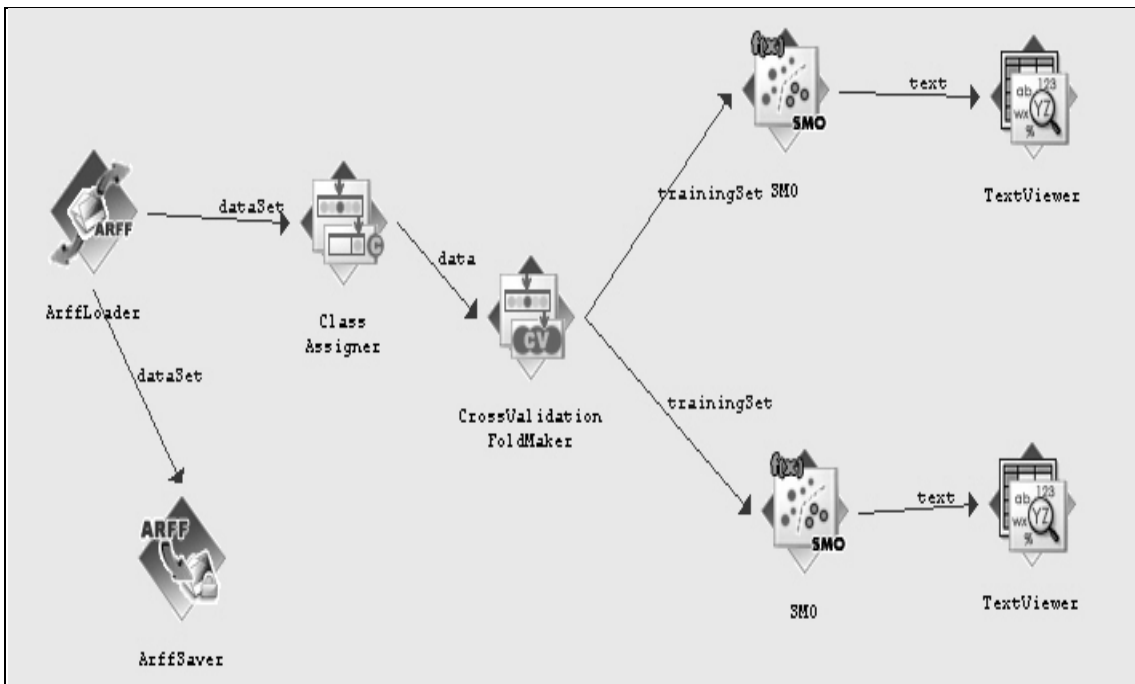


Imagen 6. Proyecto de minería de datos educativos con el software libre Weka.

En minería de datos *partimos de la captación de los datos originales* de una fuente, que puede ser una base de datos, una tabla o un documento de texto. Para este tipo de tareas, el nodo *ArffLoader*, nos permite abrir un archivo en formato ARFF. Una vez que tenemos el archivo con la *información de la base de datos de la plataforma de*

*teleformación* seleccionamos en nuestro de minería de datos educativos el icono para abrir el archivo donde van a estar ubicados los datos. En concreto, este icono se utiliza para *leer o cargar* un tipo de archivos con formato ARFF (*attribute relation file format*). Al pulsar sobre este botón aparecerá una ventana de selección de fichero. Aunque el formato por defecto de Weka es el *arff* eso no significa que sea el único que admita, para ello tiene interpretadores de otros formatos. El nodo *C45Loader* lo empleamos para abrir archivos codificados según el formato C4.5. Unos datos codificados según este formato estarían agrupados de tal manera que en un fichero *.names* estarían los nombres de los atributos y en un fichero *.data* estarían los datos en sí. Weka cuando lee ficheros codificados según el formato C4.5 asume que ambos ficheros (el de definición de atributos y el de datos) están en el mismo directorio, por lo que sólo es necesario especificar uno de los dos.

Otra de las funciones de captación de datos desde una fuente origen lo constituye el nodo *CSVLoader*, el cual, lo empleamos para abrir un archivo en formato CSV, archivos separados por comas o tabuladores. La primera línea de estos archivos contiene los atributos. La función *Database Loader* carga una base de datos y lee los registros o instancias de la base de datos. En el siguiente ejemplo, mostramos cómo se configura el acceso a la base de datos:

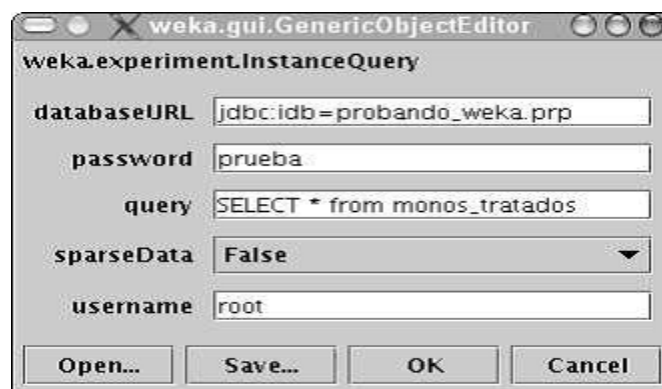


Imagen 7. Configuración del acceso a la base de datos.

En cuanto a la *configuración de la captura de información de nuestra base de datos musicales*, lo primero que hacemos es definir la *url* por la cual es accesible la base de datos, la contraseña para acceder, el nombre de usuario, la consulta que queremos realizar y si queremos o no usar el modo de datos abreviado (denominado *sparse data*).

Así mismo, los botones de la parte inferior dan la posibilidad de cargar y guardar esta configuración en un fichero. La opción *SerializedInstanceLoader* carga las instancias o registros serializados. Weka internamente almacena cada muestra de los datos como una instancia de la clase (o variable) *instance*. Esta clase es *serializable* por lo que estos objetos pueden ser volcados directamente sobre un fichero y también cargados de otro.

Otra de las funciones que introducimos en un proyecto de minerización de datos educativos musicales es la *copia de seguridad de nuestro archivo de origen*, que nos posibilita la recuperación de la información en caso de que se pierda, a través de la función *ArffSaver* (en formato ARFF). El nodo *C45Saver* lo usamos para hacer copia de seguridad de archivos C45. *CSVSaver* nos permite hacer copia de seguridad de archivo CSV y *DatabaseSaver*, para hacer copia de la base de datos. Por último, *SerializedInstancesSaver*, es un nodo que empleamos para hacer copia de seguridad de los registros serializados. Además de los formatos anteriormente descritos, en EDM contamos con la posibilidad de trabajar con archivos en formato SPSS y Excel, así como todo tipo de bases de datos y documentos diversos.

Una de las tareas fundamentales en minería de datos educativos, que nos pueden resultar de suma utilidad a la hora de enfrentarnos a la ingente cantidad de datos que contienen las tablas con el registro de actividad de las plataformas educativas son los análisis orientados a la *reducción de la dimensionalidad*. Los análisis que practicamos en nuestro estudio para disminuir el gran número de variables que aparecen en las tablas son el *Análisis de componentes principales/Análisis factorial* y el *Análisis discriminante*.

En programas como SPSS Clementine contamos con un nodo básico que empleamos en el modelado estadístico, el cual denominamos partición. Éste divide los datos en dos muestras (Entrenamiento y comprobación) o en tres (Entrenamiento, comprobación y validación). A continuación desglosamos las posibilidades de este nodo:

a) *Entrenamiento y comprobación*. Divide los datos en dos particiones de muestra, lo que permite entrenar el modelo con una muestra y comprobarlo con otra.

b) *Entrenamiento, comprobación y validación*. Divide los datos en tres particiones de muestra, lo que permite entrenar el modelo con una muestra, comprobarlo y ajustarlo con otra y validar los resultados con otra. Así se reduce el tamaño de cada partición en consecuencia y puede ser más adecuado al trabajar con un conjunto de datos muy grande.

En la minería de datos establecemos el tamaño de partición para trabajar con los datos. Especifica el tamaño relativo de cada partición. Si la suma de los tamaños de partición es inferior al 100%, los registros no incluidos en una partición se descartarán, es decir, no se someterán a análisis. Por ejemplo, si un usuario tiene 10 millones de registros y tamaños de partición del 5% para el entrenamiento y el 10% para la prueba, después de ejecutar el nodo, debería haber unos 500.000 registros de entrenamiento y un millón de registros de prueba, con el resto descartado.

En resumen, es el apartado de limpieza y selección de variables significativas para el estudio la parte más compleja en el EDM debido a la gran cantidad de información con la que contamos. Por ello, es muy importante que tengamos los objetivos de estudio claros y saber qué tipo de conocimiento queremos extraer de nuestros datos.

### **2.1.2. Modelos cluster, conglomerado o segmentación**

Los empleamos para identificar una serie de categorías o clústeres, que describen los datos (Jain y Dubes, 1988). Entre los procedimientos de clustering contamos con: clustering jerárquico (*hierarchical clustering*): *single link* y *complete link*. Los basados en función objetivo son: K-medias y *expectation optimization*. El objetivo de estos estadísticos es agrupar los elementos que son similares de acuerdo con criterios específicos definidos por el usuario. A través del clustering agrupamos al

alumnado de forma que podemos trazar un itinerario de aprendizaje automatizado por niveles, partiendo del proceso de aprendizaje llevado a cabo. Los tipos de cluster que empleamos son:

El *modelo K-medias* (Peña, 2002), agrupa conjuntos de datos en grupos distintos (o conglomerados). El método define un número fijo de conglomerados, de forma iterativa asigna registros a los conglomerados y ajusta los centros de los conglomerados hasta que no se pueda mejorar el modelo. En lugar de intentar pronosticar un resultado, los modelos de k-medias utilizan un proceso conocido como aprendizaje no supervisado para revelar los patrones del conjunto de campos de entrada.

Además del conocido modelo K-medias, herramientas como Weka, emplean otros tales como: *Cobweb*, cluster que emplea *Cobwebk*, *EM*, cluster que emplea la técnica *Cluster data using expectation maximization*, *FarthestFirst*, cluster que emplea la técnica *Cluster data using the FarthestFirst algorithm*, *MakeDensityBasedClusterer*, cluster que usa la técnica *MakeDensityBasedClusterer* y *SimpleKmeans*, cluster que usa la técnica Kmedias simple (*Simple KMeans*).

El *modelo basado en redes Kohonen* genera un tipo de red neuronal que se puede usar para conglomerar un conjunto de datos en grupos distintos. Cuando la red se termina de entrenar, los registros que son similares se deberían presentar juntos en el mapa de resultados, mientras que los registros que son diferentes aparecerían aparte. Puede observar el número de observaciones capturadas por cada unidad en el modelo generado para identificar unidades fuertes. Esto le proporcionará una idea del número apropiado de conglomerados.

El *modelo Bietápico* realiza conglomerados de dos pasos. El primer paso es hacer una única pasada por los datos para comprimir los datos de entrada de la fila en un conjunto de subconglomerados administrable. El segundo paso utiliza un método de conglomerado jerárquico para fundir progresivamente los subconglomerados en conglomerados cada vez más grandes. El bietápico tiene la ventaja de estimar automáticamente el número óptimo de conglomerados para los datos de entrenamiento. Puede tratar tipos de campos mixtos y grandes conjuntos de datos de manera eficaz.



El *modelo Detección de anomalías* identifica casos extraños, o valores atípicos, que no se ajustan a patrones de datos “normales”. Con este nodo, es posible identificar valores atípicos aunque no se ajusten a ningún patrón previamente conocido o no se realice una búsqueda exacta.

A modo de síntesis de este apartado que denominamos preproceso, elaboramos un gráfico que nos permite clarificar todos los conceptos comentados y desarrollados:

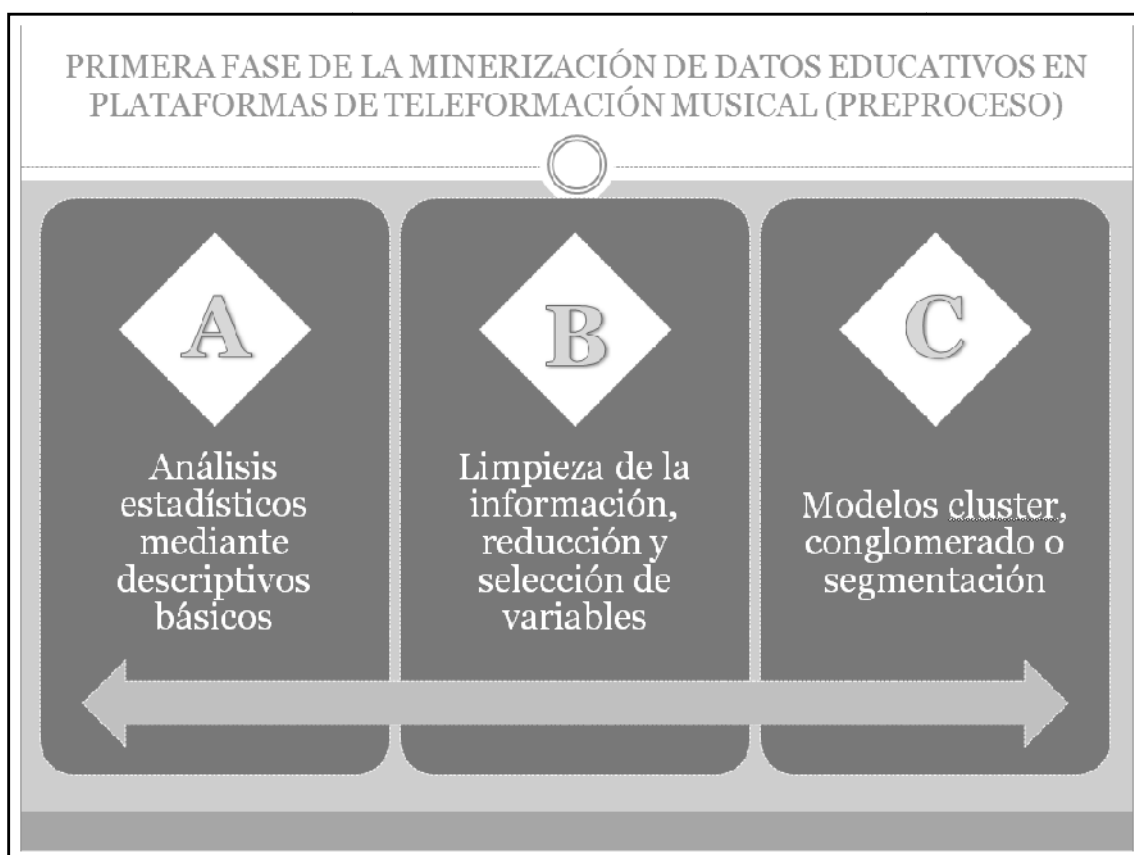


Gráfico 4. Fase de *Preproceso* del trabajo en minería de datos educativos musicales.

## 2.2. *Proceso*: Modelos de clasificación

En este apartado del trabajo empleamos técnicas estadísticas y modelos basados en la minería de datos educativos, con distintas técnicas destinadas a la obtención de información relevante de los datos de la plataforma con el objeto de extraer modelos de clasificación.

La clasificación consiste en extraer ítems de varias clases predefinidas. Este tipo de tarea puede estar diseñada para hallar clases de atributos en función de otros atributos (Giudici et al., 2003). En la tarea de clasificación cada registro toma un valor discreto (1, 2,3,...). A través de la clasificación podemos predecir, por ejemplo, cuestiones tales como "la clase o tipo de los registros nuevos".

Dentro del llamado mundo del *reconocimiento de patrones* (*patterns recognition*) hay dos grandes familias que enfocan de manera diferente el tratamiento del problema de la clasificación de la información. Por un lado está la *clasificación no supervisada* (*unsupervised pattern recognition*). También conocido como "clustering", que enfoca la clasificación como el descubrimiento de las clases del problema. Los objetos únicamente vienen descritos por un vector de características, sin que sepamos a la clase a la que pertenece cada uno de ellos. Así, el objetivo de la "clasificación no supervisada" será el descubrimiento de grupos que, afines en sus características, separen las diferentes clases del problema clasificatorio. Por otro lado, la clasificación supervisada (*supervised pattern recognition*) enfoca el problema clasificatorio de forma distinta. Parte de un conjunto de objetos descritos por un vector de características y la clase a la que pertenecen cada uno de ellos: a este conjunto de objetos del que conocemos la clase a la que pertenecen cada uno de ellos se le denomina "conjunto de entrenamiento". Así, basándose en este "conjunto de entrenamiento", la clasificación supervisada construye un "modelo" o "regla general" que se utilizará para clasificar objetos nuevos de los cuales no sepamos su clase. Distinguimos los siguientes tipos de clasificadores:

### 2.2.1. Clasificadores bayesianos

Los clasificadores de la información de tipo bayesiano (Jensen, 2001), se componen de diferentes nodos o funciones. El *AODE* permite una gran precisión de clasificación. *BayesNet* es una función orientada a la creación de una red de aprendizaje bayesiana que usa varias medidas de búsqueda de algoritmos y calidad. *ComplementNaiveBayes* consiste en un nodo orientado a la construcción y uso de un clasificador bayesiano complementario. *NaiveBayes* es un nodo clasificador bayesiano que usa un estimador de clases. El nodo clasificador *NaiveBayesUpdateable* usa un estimador de clase (actualizable). *NaiveBayesMultinomial* consiste en un clasificador multinomial bayesiano. La función *NaiveBayesSimple* la empleamos como clasificador bayesiano simple que modela los atributos numéricos a través de una distribución normal.

### 2.2.2. Clasificadores mediante funciones

Otra de las herramientas que nos pueden resultar son los nodos clasificadores a través de funciones. Estos nos permiten aplicar una función a una serie de datos registrados (Haykin, 1997).

El nodo *RBFNetwork* emplea el algoritmo de clustering K-medias para discriminar entre el empleo de la regresión logística o la regresión lineal. *LinearRegression* aplica la función predictiva de regresión lineal. Ésta permite predecir un valor o los valores de una variable valorada de forma continua sobre los valores de otras variables, asumiendo cada una como un modelo lineal o no lineal de dependencia. Este tipo de tareas son estudiadas en los campos de redes neuronales y estadística. El valor a predecir en la regresión es numérico por lo que las variables nominales se discretizan o numerizan. Por ejemplo, una fórmula de regresión podría predecir "los gastos de un nuevo contrato a partir de gastos pasados", de forma que modelaría el nuevo gasto partiendo del comportamiento del gasto anterior. *SimpleLinearRegression* emplea la función de regresión lineal simple. *Regresión logística* consiste en la aplicación de la función de regresión logística. *Regresión logística lineal* emplea la regresión logística lineal. el *Perceptrón multicapa* emplea en la construcción de redes

neuronales artificiales. *Las redes naturales artificiales son un paradigma de computación muy potente que permite modelizar problemas complejos en los que puede haber interacciones no lineales entre las variables* (VV.AA., 2007). Las aplicaciones de las redes neuronales son muy variadas: clasificación, regresión y agrupamiento. En redes neuronales trabajamos con datos numéricos, por lo que los datos nominales se numerizan (o sea, se convierten en números).

El nodo Red neuronal utiliza un modelo simplificado que emula el modo en que el cerebro humano procesa la información. Funciona simultaneando un número elevado de unidades simples de procesamiento interconectadas que parecen versiones abstractas de neuronas. Las redes neuronales son estimadores potentes de funciones generales y requieren un conocimiento matemático o estadístico mínimo para entrenarlas o aplicarlas.

Uno de las tareas más frecuentes implicadas en la creación de modelos predictivos son las redes neuronales, que constituyen un paradigma en la computación y nos permiten modelizar problemas de gran complejidad, reproduciendo el esquema de funcionamiento de una neurona en nuestro cerebro. La sinapsis, en nuestro cerebro es una transmisión electroquímica que posibilita que la información pase de una neurona a otra. De la misma forma en las redes neuronales vamos a tratar con el trasvase de información de unas neuronas de aprendizaje a otras tal y como funcionan en nuestro cerebro. A continuación mostramos una gráfica con el funcionamiento de una neurona y el esquema de funcionamiento básico de una red neuronal artificial.

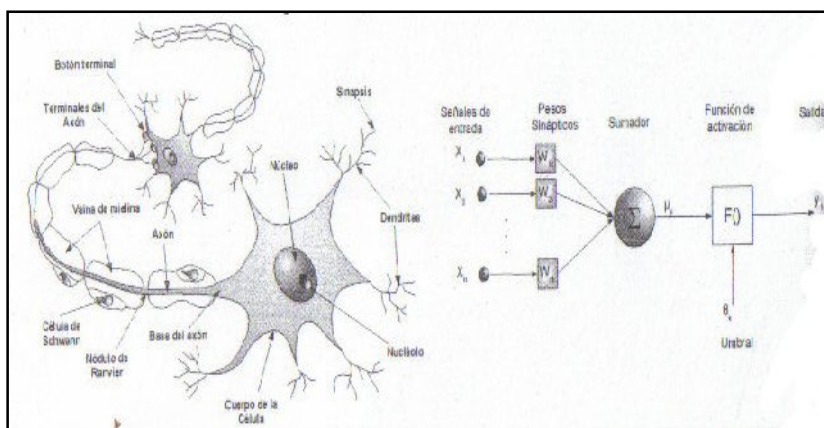


Imagen 8. Representación de una neurona humana y una neurona artificial.

Los dos tipos principales de redes neuronales son aquellas que emplean *aprendizaje supervisado* y *aprendizaje no supervisado* (VV. AA., 2007). En el aprendizaje supervisado proporcionamos a la red un conjunto de datos de entrada, que son propagados hacia delante hasta que la activación alcanza la denominada capa de salida. Comparamos la respuesta calculada por la red con el valor real, objetivo o blanco. Entonces ajustamos los pesos de conexión entre las distintas neuronas que constituyen la red de forma que se produzca una respuesta correcta cada vez que tengamos un patrón similar de entrada. Este tipo de aprendizaje es útil para *tareas de regresión* y *clasificación*. En el aprendizaje no supervisado sólo se proporciona a la red un conjunto de datos de entrada. La red debe auto-organizarse (auto-enseñarse) dependiendo de algún tipo de estructura existente en el conjunto de datos de entrada. Este tipo de aprendizaje es útil para *tareas de agrupamiento* y *reducción de la dimensionalidad*.

Los procesadores biológicos de información tienen las características de que son robustos, flexibles, se adaptan al contexto y a nuevas variables y trabajan con información incompleta.

Las redes neuronales contienen nodos, arcos y funciones de activación. Los nodos en una red neuronal son los elementos del proceso. Los arcos entre ellos son sus interconexiones. Cada arco está etiquetado con un peso de conexión y cada nodo tiene una función de activación, que indica el efecto de ese nodo sobre los datos que entran en él. Una red neuronal ya entrenada requiere sólo introducir los valores de las variables en

la capa de entrada. Los nodos de salida determinan la predicción. Los pesos de conexión son parámetros desconocidos que deben estimarse por un método de entrenamiento. El más común es el de propagación hacia atrás (*back propagation*). La idea básica es reducir el error del dato de salida de la red neuronal.

Las redes neuronales tienen una gran capacidad de generalización para problemas no lineales. A través de las redes neuronales los patrones de entrada pueden ser aprendidos, clasificados e identificados, pero es conveniente evitar un *sobreajuste o sobreaprendizaje* (un exceso de bondad de ajuste, en inglés *overfitting*), o sea que el modelo represente la realidad de una forma irreal.

Los aspectos negativos a la hora de trabajar con redes neuronales es que requieren bastantes datos para su entrenamiento y que son difícilmente comprensibles. Seguidamente desglosamos las tareas implicadas en la creación de otros modelos clasificatorios y sus posibilidades de configuración.

### **2.2.3. Clasificadores basados en casos o instancias a través de la lógica difusa**

En primer lugar, el algoritmo *Nearest-neighbour classifier* emplea un algoritmo basado en vecinos próximos (Sierra, 2006). Usa la distancia euclídea normalizada para encontrar la instancia de entrenamiento más cercana a la instancia de prueba con el objeto de construir un modelo estadístico. Con arreglo a ello, calcula las instancias en el *trainingdataset* y *testdataset*, empleados en la partición y confección de los modelos que se encuentran más cercanas unas de otras. Si muchas instancias tienen la misma distancia (la más cercana), se emplea la primera que se ha hallado. Con este tipo de clasificador las generalizaciones son más lentas y permite relacionar los valores conocidos con registros de valores desconocidos. Este tipo de aprendizaje es útil para datos no estándar, como multimedia o textos. Se requiere una métrica apropiada de distancia para formalizar el concepto de similitud. Cuando los atributos (variables) son nominales se definen las distancias entre los valores. Los valores idénticos tienen una distancia "0". El nodo *K-nearest neighbours classifier* normaliza atributos por defecto. Puede seleccionar un valor apropiado de *K* basado en la validación cruzada. Puede emplear también la *distance weighting* (campo de ponderación). *Kstar* es un *instance-*

*based classifier* (clasificador basado en registros), que emplea la clasificación del *test instance* (registro de prueba) a través de los *training instances* (registros de entrenamiento) con aquellos registros de entrenamiento similares a él, determinados por la función de similaridad. *Lazy Bayesian Rules Classifier* es un clasificador Naive-Bayes que provee un acercamiento fácil y simple para clasificar el aprendizaje. Este nodo permite relajar la asunción de la variable independiente de forma que se reduce el índice de error sobre un rango de tareas de aprendizaje. Para la clasificación de pequeñas muestras permite una gran precisión.

#### 2.2.4. Metaclasificadores

El algoritmo *AdaBoostM1* destaca un atributo nominal mediante el método Adaboost M1. Sólo pueden ser tratadas con este nodo variables nominales. Frecuentemente mejora la interpretación y clasificación de los datos pero también genera sobreajustes o sobreentrenamientos, desvirtuando los resultados de la clasificación realizada. El *AdditiveRegression* consiste en un metaclasificador que genera un clasificador basado en la función de regresión. Cada iteración ajusta el modelo a los residuos dejados por el clasificador en la iteración previa. La predicción es llevada a cabo añadiendo las predicciones de cada clasificador. Reduciendo el parametro de tasa de aprendizaje ayuda a prevenir el sobreajuste pero se aumenta el tiempo de aprendizaje. El *AttributeSelectedClassifier* selecciona un atributo en la fase de entrenamiento.

El nodo clasificador *Classification via regresion* es un clasificador a través de métodos de regresión. El tipo de variable es binarizada (0/1) y un modelo de regresión es construido para cada tipo. *Filtered Classifier* consiste en un nodo para cargar un clasificador arbitrario de datos que ha sido pasado a través de un filtro arbitrario. El *Grading* lo empleamos cuando los clasificadores base son evaluados. El *Logit Boost* es un nodo para la regresión logística aditiva. El *MultiBoost AB* es una extensión de la técnica AdaBoostClass. Emplea el algoritmo C4.5 como algoritmo de aprendizaje base y genera menor índice de error que AdaBoost. El *Multiclass Classifier* opera con distintos tipos de datos (cadena, numérico, ordinal). El *Ordinal Class Classifier* es un

metaclasificador que permite la aplicación de un algoritmo de clasificación estándar para datos ordinales.

El *Stacking* combina varios clasificadores mediante el empleo del método de apilamiento. Puede realizar tareas de clasificación o regresión. El *StackingC* consiste en la implementación del *StackingC* (más eficiente que el *Stacking* o técnica de apilamiento normal).

### 2.2.5. Clasificadores basados en árboles

El árbol clasificador de decisión (*decision tree classifier*), nos aporta información en a la clasificación de un elemento para predecir el comportamiento con todo el trabajo almacenado en la base de datos (Witten y Frank, 2005). El árbol de decisión permite dividir un problema en subconjuntos de forma estructurada como reflejamos a continuación en este gráfico.

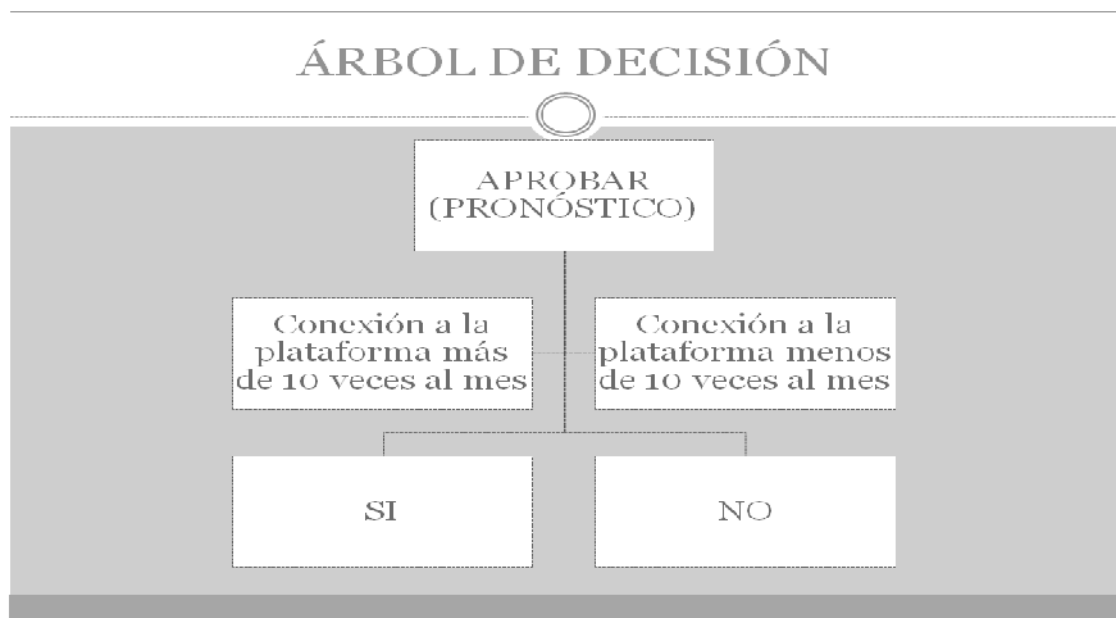


Gráfico 5. Modelo basado en árbol de decisión.

El algoritmo *J48* es un árbol de decisión similar al algoritmo *c4.5*. Es el que emplea el software *Weka* para la minería de datos. La evolución de éste algoritmo se denomina *C.5.0.*, el cual genera modelos basados en el algoritmo *C5.0* mediante un



árbol de decisión o un conjunto de reglas. El modelo divide la muestra basándose en el campo que ofrece la máxima ganancia de información en cada nivel. El campo objetivo debe ser categórico. Se permiten varias divisiones en más de dos subgrupos.

*LMT* es un clasificador que construye árboles de clasificación mediante funciones de regresión logísticas y *NB Tree*, que genera árboles de decisión con el clasificador Naive-Bayes en las hojas de las ramas del árbol de clasificación.

Entre las múltiples técnicas que hallamos en este apartado de tratamiento de la información contamos con las denominadas *tareas mixtas*, las cuales contienen características de las tareas de predicción y descripción de los datos.

El *modelo de árbol de clasificación y regresión (CRT)* genera un árbol de decisión que permite pronosticar o clasificar observaciones futuras. El método utiliza la partición reiterada para dividir los registros de entrenamiento en segmentos minimizando las impurezas en cada paso, donde un nodo se considera “puro” si el 100% de los casos del nodo corresponden a una categoría específica del campo objetivo. Los campos objetivo y predictor pueden ser de rango o categóricos. Todas las divisiones son binarias (sólo se crean dos subgrupos)<sup>3</sup>.

El *algoritmo CHAID* genera árboles de decisión utilizando estadísticos de chi-cuadrado para identificar las divisiones óptimas. A diferencia de los nodos C&RT y QUEST, CHAID puede generar árboles no binarios, lo que significa que algunas divisiones tendrán más de dos ramas. Los campos objetivo y predictor pueden ser de rango o categóricos. CHAID exhaustivo es una modificación de CHAID que examina con mayor precisión todas las divisiones posibles, aunque necesita más tiempo para realizar los cálculos.

La *regresión lineal* es una técnica de estadístico común utilizada para resumir datos y realizar pronósticos ajustando una superficie o línea recta que minimice las discrepancias existentes entre los valores de salida reales y los pronosticados. La

---

<sup>3</sup> Archivo de ayuda de SPSS Clementine 11.1.

regresión lineal es una técnica de estadístico común utilizada para resumir datos y realizar pronósticos ajustando una superficie o línea recta que minimice las discrepancias existentes entre los valores de salida reales y los pronosticados.

La *regresión logística* es una técnica de estadístico para clasificar los registros en función los valores de los campos de entrada. Es análoga a la regresión lineal pero toma un campo objetivo categórico en lugar de uno numérico.

A modo de síntesis de este apartado que denominamos proceso, elaboramos un gráfico que nos permite clarificar todos los conceptos comentados.

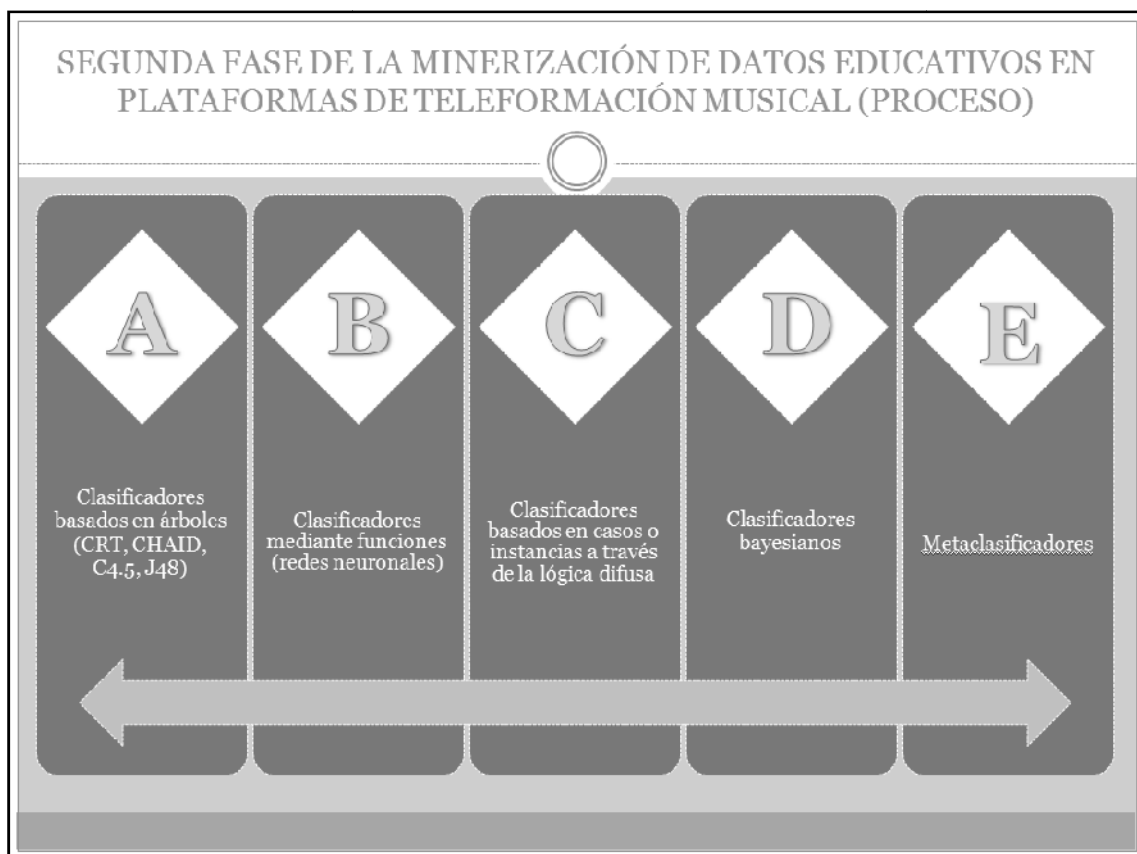


Gráfico 6. Fase de *Proceso* del trabajo en minería de datos educativos musicales.

## **2.3. Postproceso: Modelos basados en reglas de asociación, evaluación del modelo y herramientas de visualización**

### **2.3.1. Modelos basados en reglas de asociación**

Los modelos de asociación asocian una determinada conclusión (como, por ejemplo, la decisión de comprar algo) con un conjunto de condiciones (Sierra, 2006):

1. *GRI*. El modelo de Inducción de reglas generalizado (GRI) es capaz de encontrar las reglas de asociación existentes en los datos. Por ejemplo, los clientes que compran cuchillas y loción para después del afeitado también suelen comprar crema de afeitado. GRI extrae reglas con el mayor nivel de contenido de información basándose en un índice que tiene en cuenta tanto la generalidad (soporte) como la precisión (confianza) de las reglas. GRI puede gestionar entradas numéricas y categóricas, pero la variable objetivo debe ser categórica.

2. *CARMA*. El modelo *CARMA* extrae un conjunto de reglas de los datos sin necesidad de especificar campos de Entrada (predictor) ni de Salida (objetivo). A diferencia de *APRIORI* y *GRI*, el nodo *CARMA* ofrece configuraciones de generación basadas en el soporte de las reglas (soporte para el antecedente y el consecuente), no sólo en el soporte de antecedentes. Esto significa que las reglas generadas se pueden utilizar en una gama de aplicaciones más amplia, por ejemplo, para buscar una lista de productos o servicios (antecedentes) cuyo consecuente es el elemento que se desea promocionar durante esta temporada de vacaciones.

3. *APRIORI*. El modelo *APRIORI* extrae un conjunto de reglas de los datos y destaca aquellas reglas con un mayor contenido de información. *A priori* ofrece cinco métodos

diferentes para la selección de reglas y utiliza un sofisticado esquema de indización para procesar eficientemente grandes conjuntos de datos. En los problemas de mucho volumen, A priori se entrena más rápidamente que GRI, no tiene un límite arbitrario para el número de reglas que puede retener y puede gestionar reglas que tengan hasta 32 precondiciones. A priori requiere que todos los campos de entrada y salida sean categóricos, pero ofrece un mejor rendimiento ya que está optimizado para este tipo de datos.

4. *OTRAS TÉCNICAS*. A parte de las técnicas comentadas previamente también contamos con otras como:

- *Descubrimiento de la regla de asociación*. A partir de una serie de entradas que contienen un cierto número de ítems de una serie dada, se producen reglas de dependencia que predirán la ocurrencia de un ítem basado en patrones encontrados en los datos. Las reglas de asociación son del tipo: "si  $x$  es  $d$  entonces  $y$  es  $a$ ".

- *Descubrimiento del patrón secuencial o reglas de asociación secuenciales*. Dada una serie de objetos, donde cada objeto es asociado con su propia línea de tiempo de eventos. Esta técnica permite encontrar reglas que predicen dependencias secuenciales fuertes. Esta tarea consiste en la obtención de patrones secuenciales en los datos a través de las correlaciones temporales. Por ejemplo, "el 30% de los estudiantes que completaron la unidad 1 en un mes realizaron en dos semanas la unidad 2".

- *Inducción de reglas o reglas de asociación*. Conjunto de métodos para derivar un conjunto de reglas comprensibles de la forma:

- Si se cumplen todas las condiciones el consecuente de la regla es "x"
- Las reglas pueden entrar en conflicto por lo que debemos asignar un valor de confianza a las reglas y usar la que tenga mayor valor de confianza.

- *Algoritmos evolutivos (algoritmos genéticos)*. El nombre se debe a que siguen los patrones de la evolución biológica (VV. AA., 2007). Aquí los patrones sobreviven y se seleccionan por su grado de idoneidad. Se pueden utilizar para reemplazar en redes neuronales al algoritmo *back propagation*, para ajustar los pesos de conexión. Los cromosomas en este caso contienen la información sobre los pesos de conexión.

Algunos programas comerciales como por ejemplo Clementine, permiten la evaluación del modelo dentro del proceso de partición, que contempla: entrenamiento, comprobación y validación. Por otra parte, el software libre Weka, nos brinda la oportunidad de personalizar las opciones de validación y evaluación de los modelos. Debido a esto, también exige un mayor grado de experimentación con EDM.

En el caso de programas que permiten personalizar la evaluación de los modelos creados aclaramos, que para la construcción de modelos predictivos requerimos tener bien definidas las etapas de entrenamiento y validación para asegurar que las predicciones sean robustas y precisas. La idea sería estimar entrenar (*training*) con parte de los datos (*data set*) y luego hacerlo con el resto de los datos (*test data set*).

### **2.3.2. Las tareas de evaluación del modelo<sup>4</sup>**

Una de las tareas básicas que encontramos en la minería de datos educativos es la evaluación del modelo. Fundamentalmente, para evaluar la consistencia, solidez y validez de un modelo estadístico hemos de fijarnos en la fiabilidad que nos arrojan los modelos generados. Cuanto más se aproxima su fiabilidad al 100% mejor será el modelo obtenido, ya que este reproducirá de forma fidedigna el comportamiento real de los datos.

Una vez aclarada, esa idea fundamental en la evaluación de modelos pasamos a desgranar este apartado de nuestro estudio de los datos de forma más detallada. Tras la fase de proceso hemos aplicado los distintos procesos de minería de datos que nos

---

<sup>4</sup> Además de las tareas de evaluación del modelo, los proyectos de minerización educativa musical nos permiten añadir de forma complementaria, a la fase de postprocesado de la información, distintas herramientas, técnicas y procedimientos, incluso con otros datos, procedentes de diferentes tablas, que complementan el estudio de nuestra plataforma online.

permiten construir un modelo adecuado que explique el comportamiento de nuestros datos. La siguiente parte del trabajo trata de la evaluación e interpretación de dicho modelo (VV.AA., 2007). Para dicha tarea contamos con la validación simple y la evaluación cruzada. La *validación simple* consiste en un método de evaluación sencillo. Reserva un porcentaje de la base de datos de prueba (5%-50%) y no lo usa para construir el modelo. La *validación cruzada (cross validation)* se emplea si no contamos con una gran cantidad de datos para construir el modelo. Utilizamos dos conjuntos equitativos, de manera que los resultados de uno se usan para predecir los del segundo y calcular así una ratio de error. Finalmente, se construye un modelo con todos los datos, se calcula un promedio de los ratios de error y se usa para estimar mejor su precisión. El método más habitual es la validación cruzada con "n" pliegues (*n-fold cross validation*). Empleamos para esta tarea un grupo diferente cada vez que se hace la prueba. El *bootstrapping*, es otra técnica y se emplea cuando disponemos de pocos datos.

Cuando tenemos el modelo, es necesario someterlo a una evaluación para ver su calidad y precisión. Para ello, tenemos distintas técnicas como son: la clasificación, las reglas de asociación, la regresión y el agrupamiento. La clasificación consiste en evaluar la calidad de los patrones en relación a su capacidad predictiva de la forma: "Si a,b,c,d (atributos) entonces x". Las reglas de asociación consisten en evaluar de forma separada de manera que: "Si a (atributo) entonces x". En la regresión, la información de salida que ofrece el modelo es un valor numérico. La ponderación cuadrática pondera los errores que se desvían más del valor predicho. En el caso del agrupamiento las medidas de evaluación dependen de la cohesión de cada grupo y la separación entre grupos. Cohesión y separación se pueden formalizar mediante la denominada *distancia media* al centro del grupo de los miembros de un grupo y la distancia media entre grupos.

### **2.3.3. Herramientas de Visualización**

Las herramientas de visualización en minería de datos educativos musicales abarcan una gran variedad, como mostramos a continuación:

- *Attribute Summarizer*. La sumarización o resumen de atributos consiste en la agregación de datos, para encontrar una descripción concisa de una subserie de datos.

Hay muchas técnicas de clasificación que son empleadas para generar informes automatizados análisis de datos interactivos (Fayyad et al., 1996), la aplicación Weka y Clementine presentan las siguientes opciones:

- *Data visualizer*. El visualizador de datos permite la exploración detallada de los datos de salida del modelo.
- *Graph viewer*. Este nodo lo empleamos para generar gráficos de los modelos construidos y los datos.
- *Strip Chart*. Este nodo lo usamos para visualizar un gráfico de hilo de forma detallada.
- *Text viewer*. Es un visualizador de texto, útil para las técnicas de Minería de textos o *Text Mining* (VV. AA., 2007).
- *Gráfico de hilo*. Los gráficos muestran valores de un campo Y frente a los valores de un campo X. A menudo, estos campos corresponden a una variable dependiente y a una variable independiente respectivamente.
- *Gráfico de distribución*. Permite visualizar la distribución de la muestra de datos.
- *Histograma*. Los nodos histograma muestran valores de los campos numéricos. Se suelen utilizar para explorar los datos antes de las manipulaciones y la generación de modelos.
- *Gráfico múltiple*. Un gráfico múltiple es un tipo especial de gráfico que muestra varios campos Y sobre un sólo campo X.

- *Malla*. Esta opción permite crear un gráfico de malla que ilustre la fuerza de las relaciones entre todos los campos especificados.

- *Gráfico de evaluación*. Permite seleccionar gráficos de varios tipos como Ganancias, Respuesta, Elevación, Beneficio o Rentabilidad de una inversión (dichas tareas pueden ser aplicadas al campo educativo, con el objetivo de evaluar la eficacia de, por ejemplo un programa educativo, que registre sus datos en plataformas telemáticas).

- *Gráfico de tiempo*. Permite seleccionar el modo de representación de los datos de series. Se desglosa en dos tipos:

a) *Serie seleccionada*. Representa los valores para las series temporales seleccionadas.

b) *Modelos de serie temporal seleccionada*. Utilizada junto con un modelo Serie temporal, esta opción representa todos los campos relacionados (valores reales y pronosticados, e intervalos de confianza) para una o más series temporales seleccionadas. Esta opción deshabilita algunas de las otras opciones del cuadro de diálogo. Ésta es la opción más adecuada para la representación de intervalos de confianza.

Todas estas herramientas que describimos anteriormente, ofrecen diferentes prestaciones para la modelización de cara al trabajo en minería de datos educativos, cuyo uso se centra en la consecución del objetivo principal de nuestra investigación, la *creación de un Modelo de gestión del conocimiento educativo-musical*. Para ello, en nuestro estudio integramos tanto técnicas de tipo *cualitativo* (sistemas abductivos de



categorías y su valoración) como *cuantitativo* (estadística clásica y minerización de datos educativos), apoyadas en la realización de análisis descriptivos, confección de modelos estadísticos descriptivos y predictivos con datos educativos-musicales.

Una de las mejores soluciones de cara a la visualización en minería de datos y la representación gráfica es el software *Statistica*. Está dotado de gran cantidad de opciones de personalización, tanto para gráficos bidimensionales como tridimensionales avanzados.

A modo de síntesis de este apartado que denominamos postproceso, elaboramos un gráfico que nos permite clarificar todos los conceptos comentados y desarrollados previamente:

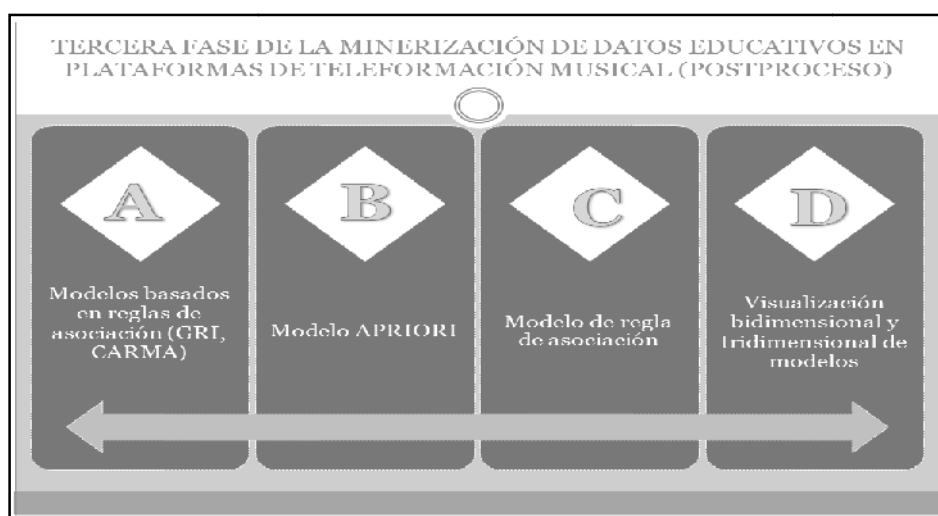


Gráfico 7. Fase de *Postproceso* del trabajo en minería de datos educativos musicales.

Por último, dentro de nuestra metodología de trabajo con EDM, mostramos las distintas fases en una tabla, con los conceptos de la minería de datos asociados, su aplicación, los procedimientos estadísticos aplicados en cada caso, las herramientas estadísticas, los algoritmos empleados y los procesos analíticos online vinculados (basados en Jing Luang, 2001)<sup>5</sup>:

<sup>5</sup> Jing Luan (2001). *Keynote for SPSS Public Conference*. UCSEF.

TAREAS IMPLICADAS	CONCEPTOS DE LA MINERÍA DE DATOS Y SU APLICACIÓN	PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS, HERRAMIENTAS, ALGORITMOS EMPLEADOS	PROCESOS ANALÍTICOS ONLINE (OLAP. ONLINE ANALITIC PROCESSING)
PREPROCESO	Extracción y limpieza de los datos de la plataforma Selección de las variables de estudio Aplicación de estadísticos básicos	Herramientas de software libre: Keel	...
	Aprendizaje no supervisado	Estadística descriptiva, análisis cluster	Temporal/trend reporting
PROCESO	Clasificación	Regresión logística	Cubo multidimensional
	Población en el tiempo real por niveles ( <i>population in current time slice</i> )	Cohorts, ejemplos ( <i>samples</i> )	Cubo multidimensional
	Datos de salida o puntuaciones ( <i>outputs, scoring</i> )	Independientes	Campos ( <i>fields</i> )
	Máquinas de aprender ( <i>machine learning/artificial intelligence</i> )	Matemáticas	Structured Query Language (SQL)
	Atributos, características ( <i>attributes, features</i> )	Variables, valores	Campos ( <i>fields</i> ), registros ( <i>records</i> )
	Feature vectors	Flat files	Cross-tabs
	Feature extraction	Histogramas, correlaciones	Extract, transform, load (ETL)
	Regla de inducción	Componentes principales, función discriminante, análisis factorial y <i>logistic R</i>	...
	Redes neuronales artificiales	Ecuaciones de regresión, chi-cuadrado, ecuaciones estructurales	...
	Visualización espacial	Gráficos de dos y tres dimensiones	Gráficos de dos y tres dimensiones
	Espacio Euclídeo	Ecuaciones estructuradas, regresión lineal y no lineal	Archivos secuenciales
	Prediction accuracy	Statistical significance	Temporal/trend reporting
	Outliers detection	Desviación estándar, análisis de errores	Aggregation
POSTPROCESO	Asociación <sup>6</sup> . Aplicación de algoritmos de extracción de reglas de asociación de conceptos que se encuentran en columnas (atributos) diferentes de una misma base de datos, que aportarán conocimiento orientado a la mejora del curso  Búsqueda de relaciones entre cada patrón de comportamiento de los estudiantes, construcción de agentes que recomiendan y generan de forma inteligente materiales didácticos para los estudiantes y guiar la búsqueda de modelos de comportamiento del estudiante más fiables  Guiar la actividad del estudiante de forma automática y generar y recomendar de manera automática materiales didácticos  Buscar errores de los estudiantes que suelen ocurrir conjuntamente  Identificar atributos que caracterizan patrones de disparidad de rendimiento entre grupos de estudiantes.  Optimizar el contenido de un portal de e-learning determinando qué es lo que más interesa a los usuarios	Algoritmo GGPP multiobjetivo empleando varios objetivos independientes: MOGA, NSGA Y SPEA  Medida de interés de Tan & Kumar Apriori estándar Variantes del Apriori: Apriori-TID, DIC, Eclac, FP-Growth	...
	Visualización espacial	Gráficos de dos y tres dimensiones	Gráficos de dos y tres dimensiones
	Procedimientos complementarios de visualización y modelado que complementan nuestro proyecto de minerización educativa	Distintas gráficas y modelado de distinto tipo	

Tabla 3. Clasificación de técnicas de la minería de datos educativos musicales: Preproceso, proceso y postproceso de la información.

<sup>6</sup> <http://www.ugr.es/docencia/doctoM6> (consultado 28/09/07).

### **3. Sobre la minería de datos aplicada a la Educación Musical**

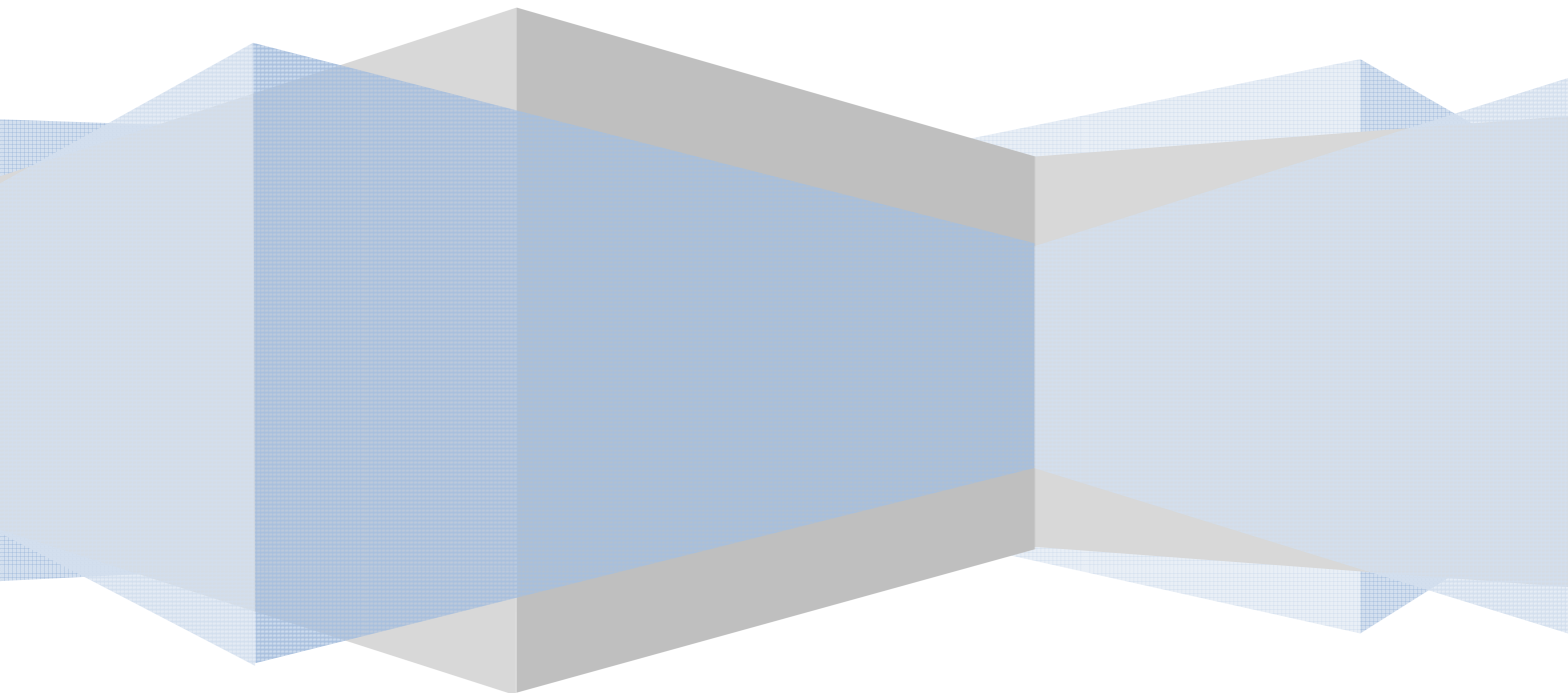
En este capítulo hemos hecho un recorrido por las diferentes fases de tratamiento de la información y técnicas implicadas en el trabajo de evaluación de datos de plataformas de teleformación con minería de datos educativos musicales. Esta metodología que desarrollamos en nuestro trabajo, es *aplicable a cualquier plataforma de teleformación de las existentes en el mercado, que registran sus datos en matrices o tablas como Blackboard, WebCT, Helvia o Moodle*. Además, presenta el empleo de nuevas técnicas estadísticas de evaluación en el campo educativo, basadas en el análisis de los procesos formativos con plataformas online.

Este estudio plantea, como elemento principal, la aplicación de una metodología novedosa de evaluación de un programa educativo. No obstante, también atiende a la evaluación de la actividad docente y presencia digital de los agentes implicados en la Educación Musical virtual.



SEGUNDA PARTE

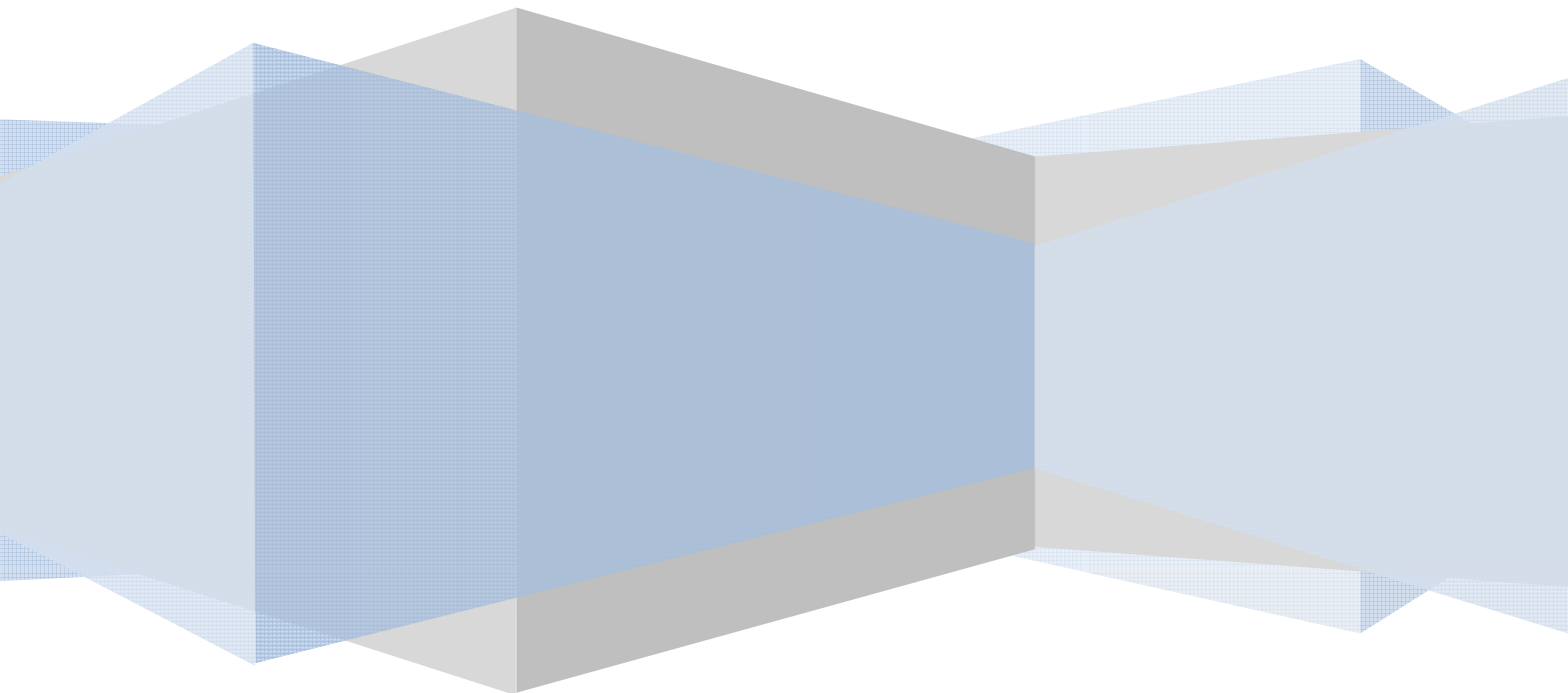
# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN





# Problema y diseño de la investigación: evaluación del Modelo Bordón

1. Problema de investigación: evaluación del modelo de Educación Musical
2. Objetivos generales de la investigación evaluativa
3. Objetivos y tareas implicados en el proyecto de innovación docente
4. Diseño de la investigación evaluativa
5. Material y proceso didáctico
6. Muestra de datos y proceso de recogida







## ***Capítulo 5. Problema y diseño de la investigación: evaluación del Modelo Bordón***

---

### **1. Problema de investigación: evaluación del modelo de Educación Musical**

El punto de partida de cualquier investigación de carácter científico es el interés en un tema o área amplia. Booth et al. (2001) definen el tema o la idea inicial de investigación como aquella cuestión que se va a estudiar con el interés suficiente como para sustentar investigaciones que contribuyan a lograr una mejor comprensión del mismo.

Podemos tomar como tema de investigación cuestiones que estén relacionadas con la experiencia personal del investigador. Por ejemplo, en esta investigación, la principal motivación para la realización del mismo es que el investigador trabaja en un centro TIC y se halla atraído por la aplicación de las nuevas tecnologías a la impartición diaria de sus clases. Con esta motivación, hemos formulado y aplicado como innovación el Modelo de Educación Musical en centro TIC, que denominamos “Bordón”. En este marco nos ha preocupado especialmente generar conocimiento sobre su diseño, proceso de aplicación y uso en la Educación Musical con alumnado de la ESO y sobre el impacto, no sólo en competencias musicales, sino también en relación

con la vertiente cultural y de armonía en la evitación de conflictos escolares, buscando así evaluar dimensiones extra-académicas.

El *problema de la investigación* se plantea con la siguiente formulación:

*“Evaluación del diseño, proceso e impacto de un modelo sociocultural de gestión del conocimiento educativo-musical en la ESO basado en las TIC”*

A continuación, desglosamos los objetivos generales y los objetivos y tareas más específicos de la investigación.

## **2. Objetivos generales de la investigación evaluativa**

1. *Evaluar el diseño de un modelo sociocultural de gestión del conocimiento educativo-musical en Secundaria Obligatoria basado en las TIC.*

El primer objetivo que nos planteamos en nuestra investigación es evaluar el diseño del modelo de gestión del conocimiento educativo-musical cuyo eje principal está ubicado en el empleo de la herramienta de aprendizaje online que utilizamos en nuestro modelo pedagógico. Dicha evaluación se realiza, a través de la valoración de un grupo de expertos en nuevas tecnologías, pedagogía y música.

2. *Evaluar el proceso de aplicación de un modelo sociocultural de gestión del conocimiento educativo-musical en Secundaria Obligatoria basado en las TIC.*

El segundo objetivo que planteamos es la evaluación del proceso de aplicación de un modelo pedagógico-musical con nuevas tecnologías en la ESO. La evaluación, en este sentido, tiene lugar mediante el estudio de los datos recogidos en la plataforma educativa y con un grupo de discusión formado por el alumnado participante en la investigación.

3. *Evaluar el impacto de un modelo sociocultural de gestión del conocimiento educativo-musical en Secundaria Obligatoria basado en las TIC.*

El tercer objetivo de nuestra investigación se basa en la evaluación del impacto y la incidencia que tiene la aplicación de un modelo de Educación Musical con nuevas tecnologías para el alumnado de la ESO. Dicha evaluación se hace a través de la valoración de las ejecuciones musicales del alumnado (grabadas en video), los incidentes críticos (medidas correctivas del centro ante problemas de actitud del alumnado) y tres escalas tipo Likert: sobre trabajo, actitud y aprendizaje en la asignatura.

### **3. Objetivos y tareas implicados en el proyecto de innovación docente**

En el desarrollo del proceso evaluativo, como cabe esperar, subyace un proceso de experimentación y aplicación de la innovación, que implica integrar la propia investigación en el proceso didáctico, lo que nos lleva a formular las siguientes tareas y objetivos de la innovación docente.

1. Expresar la secuencia de actividades con suficiente claridad para su puesta en práctica inmediata.
2. Responder a la situación contextual en la que se implementa la planificación del programa (centro TIC) dentro del modelo pedagógico propuesto.
3. Ajustar las actividades, en cuanto a su tipología y características al tiempo disponible, contando con la posibilidad de disponer de la herramienta para la Educación Musical en casa mediante la conexión a Internet.
4. Detectar la percepción que tienen los implicados sobre la ejecución del modelo pedagógico del trabajo.
5. Concordar las actividades propuestas con el plan previsto en el centro y en la investigación.
6. Detectar las dificultades y los logros más importantes del modelo pedagógico presentado.
7. Detectar el nivel de satisfacción e implicación del alumnado en la plataforma.

8. Pronosticar la evolución del alumnado partiendo de los datos vertidos en la plataforma en un instante determinado.
9. Clasificar y agrupar al alumnado en categorías para lograr un mejor rendimiento, tutorización y asesoramiento.
10. Buscar patrones de comportamiento de tipo general o individual.
11. Detectar anomalías en el proceso de aprendizaje del alumnado.
12. Proporcionar una herramienta basada en web que permita el trabajo con horarios flexibles y adaptados al alumnado y a sus necesidades específicas.
13. Diseñar una metodología de investigación evaluativa orientada a la evaluación de objetos digitales de aprendizajes musicales online: foros, chats, lecciones y test de conocimientos musicales.

Estas actividades se realizan durante el curso oficial 2005/2006 en el centro IES Jesús del Gran Poder, centro público TIC, ubicado en la ciudad de Dos Hermanas (Sevilla).

#### **4. Diseño de la investigación evaluativa**

##### **4.1. Dimensiones de la evaluación**

En este capítulo tratamos el diseño de la investigación que consiste en la evaluación del diseño, el proceso y el impacto de un modelo pedagógico con TIC. A través de diferentes herramientas de recogida de información como escalas y análisis cualitativos desarrollamos una posterior interpretación de los resultados obtenidos.

Las dimensiones de las que consta la investigación son tres: la evaluación del diseño del modelo pedagógico, la evaluación del proceso llevado a cabo con el modelo pedagógico y la evaluación del impacto del modelo pedagógico. A continuación comentamos brevemente en qué consisten cada de esas dimensiones.

#### **4.1.1. Evaluación del diseño**

La dimensión que atañe a la evaluación del diseño tiene por objeto medir cuestiones relacionadas con aspectos funcionales de la plataforma educativa, estéticos y técnicos y pedagógicos.

#### **4.1.2. Evaluación del proceso**

La dimensión relativa a la evaluación del proceso hace referencia a los datos vertidos en la plataforma educativa, la cual se emplea para el seguimiento online del alumnado en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

#### **4.1.3. Evaluación del impacto**

La dimensión referente a la evaluación del impacto hace alusión a los materiales en video procedentes de un (*focus group*) grupo de discusión, formado por alumnado de secundaria implicado en el Modelo Bordón y materiales en video con las simulaciones musicales en las que el alumnado actúa en conciertos y audiciones en diferentes ocasiones a lo largo del curso.

Hacemos un estudio también del registro de incidentes críticos<sup>1</sup> del centro, para estudiar cómo afecta el Modelo Bordón en la actitud del alumnado.

Por último, construimos diferentes escalas acerca del trabajo, el aprendizaje y la actitud con la plataforma educativa.

A modo de resumen y para sintetizar el contenido de este apartado, reflejamos en el siguiente gráfico las dimensiones que contiene nuestro trabajo de investigación:

---

<sup>1</sup> Término basado en Mayor, Murillo, Ballesteros y Japón (2008).



Gráfico 8. Dimensiones del trabajo de investigación.

## 5. Material y proceso didáctico

### 5.1. Contexto de la investigación: comunidad virtual de Educación Musical en el centro TIC de la ESO “IES Jesús del Gran Poder”

El centro de investigación es un centro de Educación Secundaria Obligatoria ubicado en una zona céntrica de la localidad sevillana de Dos Hermanas. Recibe alumnado de diferentes niveles socioeconómicos: nivel bajo, nivel medio y nivel alto, por lo que la muestra de sujetos con la que trabajamos abarca un abanico amplio en cuanto a características, intereses y motivaciones.

Dicho centro educativo es un centro TIC (tecnologías de la información y la comunicación), por lo que dispone de una dotación de un ordenador para cada alumno/a en todas las clases. Los equipos están dotados con tarjeta de sonido y conexión a Internet a través de banda ancha. El sistema operativo que empleamos en Andalucía se

llama Guadalinux. Es software libre (*freeware*) que contiene diferentes aplicaciones de ofimática (Openoffice), Internet (Mozilla Editor) o musicales (Rosegarden, Noteedit, Brahms). Empleamos una plataforma educativa también de software libre, alojada en el servidor del grupo de investigación DIME<sup>2</sup>, de la Universidad de Sevilla, lo cual nos posibilita llevar un seguimiento del trabajo del alumnado desde casa y realizar todo tipo de tareas online, desde exámenes, participaciones en foros de intercambio de información, trabajos colaborativos y tutorías virtuales, creando así una comunidad global e inclusiva de aprendizaje en red.

## **5.2. Materiales de la plataforma y software utilizado en las actividades de la comunidad virtual de Educación Musical**

Los equipos informáticos con los que trabajamos cuentan con conexión a Internet, lo cual nos da acceso a la *plataforma educativa* y *software musical variado* como procesadores de texto, editores de presentaciones, programas de dibujo, editores de páginas, grabadores de sonidos, programas para montaje y edición de video y editores de partituras (todos ellos de libre distribución).

Aquí tenemos algunas capturas de pantalla que muestran el aspecto de la plataforma y de algunos de los programas que mencionamos:

a) La **plataforma educativa** consta de los siguientes recursos y materiales didácticos. Este soporte informático es el núcleo principal para el aprendizaje con TIC en la asignatura.

---

<sup>2</sup> Para más información consultar la web <http://www.grupodime.es> (consultado 30/3/2009).

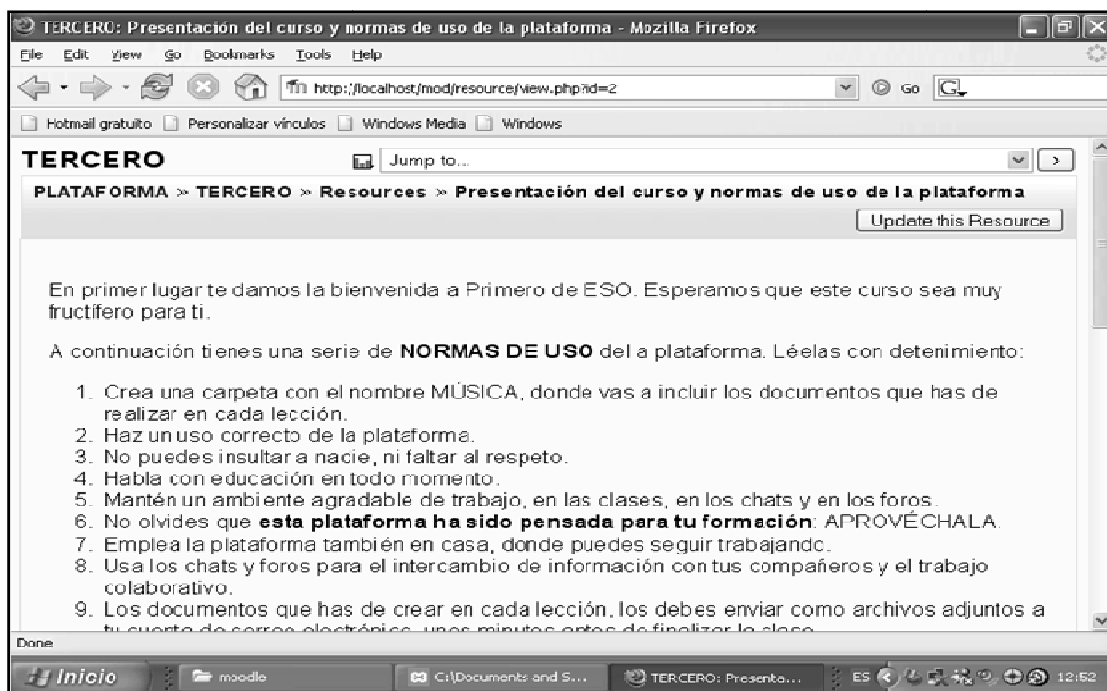


Imagen 9. La plataforma educativa.

b) El **software utilizado** es el siguiente:

Kino. Es un programa de edición de video digital con el que el alumnado tras la grabación de sus ejecuciones musicales edita y manipula el material audiovisual. A continuación mostramos una captura de pantalla de dicho programa:

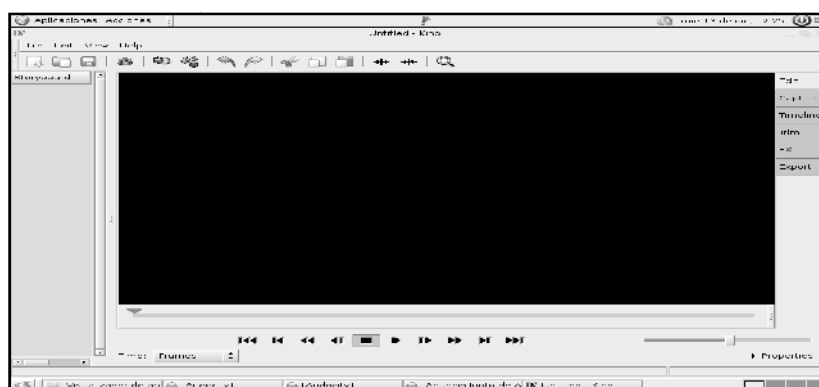


Imagen 10. Programa de edición de video Kino.

Audacity. Programa para la edición de ondas sonoras. Con este software grabamos maquetas con las prácticas vocales e instrumentales del aula, hacemos prácticas de música electrónica (sonidos generados directamente con el ordenador),



música electroacústica (sonidos generados directamente con el ordenador y sonidos naturales procedentes de la naturaleza e instrumentos musicales) y música concreta (música grabada de la naturaleza e instrumentos musicales y luego modificada con los ordenadores). Para desarrollar estos conceptos básicos para el entendimiento del fenómeno musical y compositivo del siglo XX el alumnado compone música empleando como medio este software.

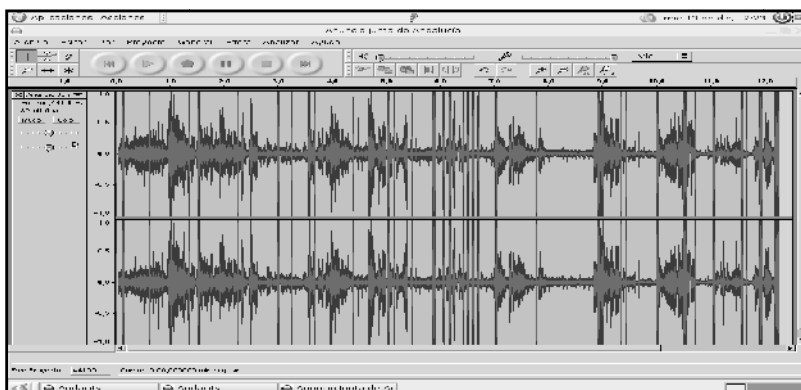


Imagen 11. Programa de edición de ondas sonoras grabación de audio Audacity.

Rosegarden. Programa para la edición de partituras y su reproducción sonora. Con este software musical podemos escribir partituras con los ordenadores y escucharlas sin necesidad de tocarlas.

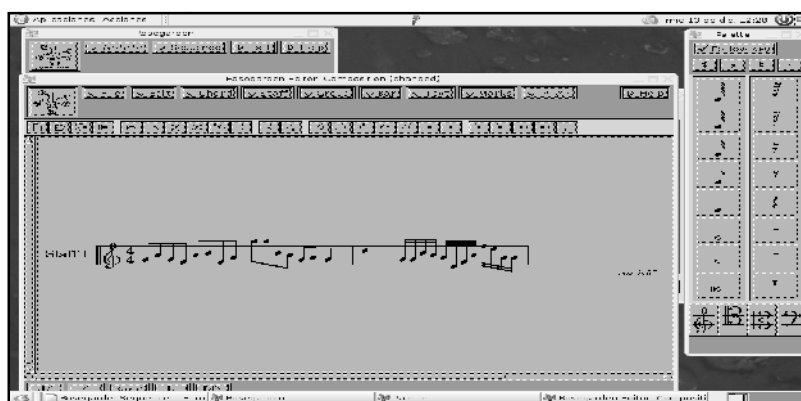


Imagen 12. Editor de partituras Rosegarden 4.

## **6. Muestra de datos y proceso de recogida**

### **6.1. Muestra de datos obtenidos para la investigación**

Nos encontramos ante una población con diversidad de niveles socioeconómicos de procedencia, que cursa la Educación Secundaria Obligatoria y con edades comprendidas entre 12 -16 años. A continuación, desglosamos las distintas muestras para el estudio del modelo pedagógico con TIC en Educación Musical.

Para la *evaluación del diseño* de la plataforma online contamos con 12 expertos de distintas especialidades (pedagogía, psicología, informática, música).

En la *evaluación del proceso* de aprendizaje con el Modelo Bordón (con 250 sujetos), usamos una plataforma de teleformación musical, que contiene 200 tablas, 60 variables y 50.000 registros de actividad de los usuarios. Empleamos un grupo de discusión de 10 alumnos/as de diferentes tipologías y características, con diversas aptitudes y motivaciones de cara al aprendizaje en nuestro modelo pedagógico.

En relación a la *evaluación del impacto*, contamos con una muestra de 136 sujetos que acumulan un total de 676 medidas correctivas en todas las materias del currículo de la ESO. Dichos sujetos proceden de los cuatro niveles de secundaria y de distintos grupos de cada nivel. La muestra para el estudio de las ejecuciones musicales es de 15 sujetos que tocan distintos instrumentos musicales y realizan coreografías, con un nivel medio de competencias musicales y de danza.

A modo de síntesis de lo anteriormente dicho, mostramos el siguiente gráfico:



Gráfico 9. Muestra de datos de la investigación.

## 6.2. Recogida de datos: momentos y técnicas

Los datos en nuestra investigación han sido recogidos durante el curso académico 2005/2006. El proceso de recogida de datos, en el caso de los cuestionarios sobre la evaluación del impacto del modelo de aprendizaje, se realiza durante el tercer trimestre de dicho curso. Los datos de la plataforma han sido generados durante dos trimestres, el segundo y el tercero, por lo que la información vertida en la misma, se corresponde con seis meses de trabajo del alumnado. El formato de la plataforma ha ido siendo reformado y adaptado durante esos meses, por lo que se ha hecho necesaria la intervención activa del investigador, así como la orientación del trabajo del alumnado a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. El propio alumnado ha ido modelando el tipo de plataforma con la que se sienten más cómodos y motivados a la hora de trabajar, y se ha contado en todo momento con sus opiniones e intereses como sujetos activos en el proceso formativo.

Los últimos días de curso hemos realizado las grabaciones en video del grupo de discusión para su codificación y estudio.

En cuanto a las simulaciones de los aprendizajes, cabe destacar que los conciertos y audiciones han tenido lugar a lo largo de todo el curso académico, aunque han tenido una especial relevancia durante los seis meses (dos trimestres) que ha durado la recogida de datos de la investigación.

En resumen, en nuestro estudio, hemos aplicado técnicas de recogida de información tales como *técnicas de prueba*, *técnicas de encuesta*, *técnicas narrativas*, y *de técnicas de observación*.

### **6.3. Instrumentación y procedimientos de evaluación del proceso<sup>3</sup>**

#### **6.3.1. Instrumentos para la evaluación del diseño: escala para el juicio de expertos**

El instrumento empleado en esta fase de la investigación es una escala para el juicio de expertos de la plataforma educativo-musical online. Nos guiamos, en cierta medida, por el *procedimiento de Thurstone* para escalar objetos, por lo que nos decidimos por un enfoque evaluativo basado en jueces expertos de diferentes especialidades. En este procedimiento se utiliza una escala de estimación para los jueces y juezas de 5 puntos ordinales (1-5). Aplicamos un análisis de componentes principales (CATPCA), para indagar sobre la calidad de las estimaciones.

La *fiabilidad*, tal y como observamos en la siguiente tabla, mediante el Alfa de Cronbach, muestra que la correlación entre las respuestas de los jueces en relación a la plataforma educativa es muy alta. Contamos con una medida que obtiene un Alfa de Cronbach de 0,944. Los autovalores en la varianza explicada son de 7,401 y el tanto por ciento de la varianza es del 61,678.

---

<sup>3</sup> Para más información acerca de los instrumentos empleados consultar los anexos.

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza explicada	
		Total (Autovalores)	% de la varianza
1	,944	7,401	61,678
Total	,944	7,401	61,678

Tabla 4. Resumen del modelo que indica la fiabilidad (Alfa de Cronbach).

En cuanto a las respuestas individuales de los jueces, la saturación en componentes es elevada, tal y como vemos en esta tabla:

	Dimensión
JUEZ1	,578
JUEZ2	,851
JUEZ3	,882
JUEZ4	,965
JUEZ5	,550
JUEZ6	,861
JUEZ7	,880
JUEZ8	,892
JUEZ9	,878
JUEZ10	,637
JUEZ11	,536
JUEZ12	,746

Tabla 5. Saturación en componentes.

A continuación, mostramos en una tabla, los nombres y apellidos, el nivel de formación, la especialidad y el ámbito de trabajo de los jueces y las juezas que participan en la evaluación del diseño de la plataforma educativa-musical.

Los jueces y las juezas son profesionales de diferentes ámbitos vinculados con el mundo de la educación con niveles de licenciatura, ingeniería y doctorado. Contamos con personas expertas en Pedagogía, Sociología, Informática y Educación Musical.

<b>Nombre y apellidos</b>	<b>Nivel</b>	<b>Especialidad</b>	<b>Ámbito</b>
Rafael García	Doctor	Pedagogía	Educación
Olga Buzón	DEA	Pedagogía	Educación
Luisa Vega	Licenciada	Pedagogía	Educación
Sissi Cárcamo	Licenciada	Pedagogía	Educación
María Ángeles Rebollo	Doctora	Pedagogía	Educación
Joaquín Piedra	DEA	Pedagogía	Educación
Clementina	Doctora	Sociología	Educación
Esther Rodríguez	Doctora	Sociología	Educación
Gabriel Espinosa	Ingeniero Superior	Informática	Software libre
Pepe Espinosa	Ingeniero Superior	Informática	Software libre
Rafael Espigares	Licenciado	Musicología	Educación
José Armenta	Licenciado	Musicología	Educación

Tabla 6. Ficha técnica de los expertos.

La escala para el juicio de expertos posee la siguiente estructura: 1). Dimensión funcional (10 ítems); 2). Dimensión técnica (9 ítems); 3). Dimensión pedagógica (9 ítems). La escala está adaptada de Pere Marqués (2004) y permite que cada juez valore de 1 a 5. Cada una de las valoraciones está especificada a continuación:

1. Valoración Baja. Estimamos que la valoración es baja cuando consideramos negativa nuestra opinión con respecto al ítem
2. Valoración Regular. Estimamos que la valoración es regular cuando consideramos que no es baja pero sin embargo está por debajo de un nivel normal
3. Valoración Normal. Estimamos que la valoración es normal cuando consideramos que está en un nivel aceptable sin llegar a destacar positiva ni negativamente
4. Valoración Buena. Estimamos que la valoración es positiva, ubicándose por encima de la normalidad
5. Valoración Muy buena. Estimamos que la valoración es muy positiva, ubicándose muy por encima de la normalidad

Tabla 7. Escala de valoración de los jueces y las juezas.

En cuanto a la redacción de los ítems que constituyen la escala, nos inspiramos en el siguiente planteamiento teórico:

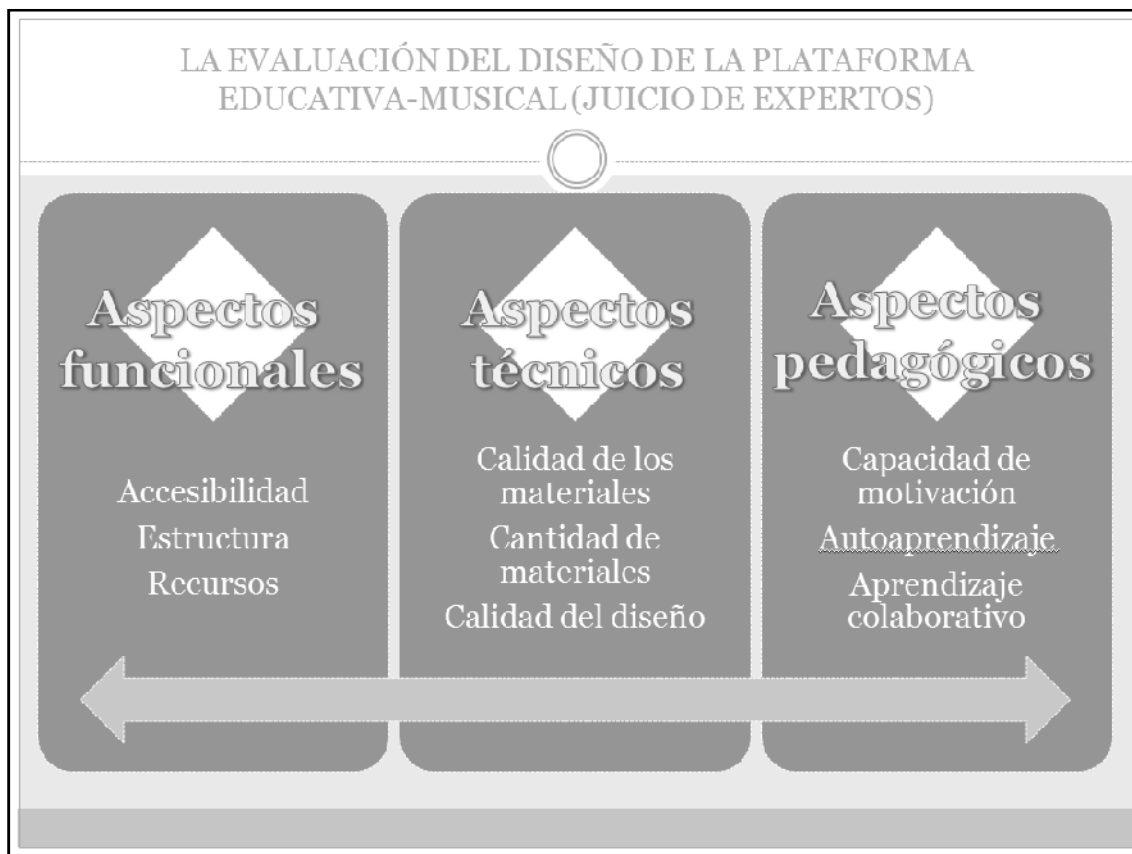


Gráfico 10. Planteamiento teórico de la escala para el juicio de expertos.

El procedimiento utilizado consiste en la opinión de 12 de expertos/as en diversos ámbitos que responden a 28 ítems englobados, para escalar el valor educativo de la plataforma, considerada como “objeto de aprendizaje” en función de tres dimensiones: *funcional, técnico-estética y pedagógica*.

Se procede a la realización de una sesión de evaluación en la que se les presenta a los jueces/juezas la plataforma y se procede a la valoración cuantitativa (en la escala) sobre la base de la presentación y las preguntas que los jueces han tenido a bien realizar. Los datos obtenidos se analizan para establecer los niveles escalares medios de la plataforma en los criterios establecidos (dimensiones de naturaleza funcional, técnica y pedagógica).

## 6.3.2. Datos y procedimientos de evaluación del proceso

### 6.3.2.1. Datos de la comunidad virtual

#### 6.3.2.1.1. Criterios de evaluación del alumnado a través de los datos almacenados en la plataforma educativa

Para la evaluación del trabajo que realiza el alumnado dentro del modelo pedagógico con TIC en la asignatura de Música, establecemos los siguientes *criterios de evaluación*:

ITEMS VALORADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
<b>Exámenes de las lecciones tests de conocimientos musicales</b>	La plataforma tiene sus propios exámenes que serán puntuados de 0 a 10. Durante el examen el alumnado sigue aprendiendo y construyendo su conocimiento ya que, dispone de todas las herramientas de la plataforma (Internet, foros, chats, mensajería interna)
<b>Documentos enviados al foro</b>	El alumnado envía los trabajos de la asignatura a través de la plataforma educativa. Han de enviarse todas las actividades de las 2 lecciones <sup>4</sup> de cada trimestre. En este apartado vamos a colocar la nota media obtenida en los 3 foros (foro de alumnos, profesores y alumnos y padres, profesores y alumnos. Disponen de una escala de 0 a 100 donde puntúan los trabajos de los compañeros en cuanto a los siguientes criterios: diseño y presentación del documento (empleo de recursos como textos de distinto tipo, colores variados, esquemas, fotos, enlaces con páginas y recursos multimedia), calidad de los contenidos (grado de corrección de sus respuestas) y cantidad de contenidos (volumen de la información vertida en el documento)
<b>Lectura de la presentación de la plataforma, sus normas de uso, plantilla de evaluación y programación de la asignatura</b>	La lectura de estos documentos es de obligado cumplimiento. Se puntúa de 0-10. Si se lee la puntuación es 10, si no se lee la puntuación es 0 en este apartado
<b>Foro de noticias y debate</b>	El alumnado lee los criterios de calificación de la asignatura y envía al profesor al profesor sus dudas. En este foro aparecen temas de debate y noticias musicales de actualidad en las que participa el profesorado, alumnado, padres y madres. El envío de 5 mensajes al foro se puntuará con un 10, 4 con 8, 3 con 6, 2 con 4, 1 con 2 y 0 con 0

<sup>4</sup>

En tercero las lecciones del trimestre son cuatro y en cuarto tres.



<p><b>Foro para la comunicación entre profesores y alumnos</b></p>	<p>El alumnado envía los trabajos de la asignatura al foro. Califica los trabajos de los compañeros. El alumnado se puntuará en las lecciones y participará colaborativamente por lo que se dará una evaluación recíproca (entre los propios alumnos). Dispone de una escala de 0 a 100 donde puntúan los trabajos de los compañeros en cuanto a los siguientes criterios: diseño y presentación del documento (empleo de recursos como textos de distinto tipo, colores variados, esquemas, fotos, enlaces con páginas web y recursos multimedia), calidad de los contenidos (grado de corrección de sus respuestas) y cantidad de contenidos (volumen de la información vertida en el documento). La puntuación en este apartado viene determinada por los compañeros/as y el profesorado, participa activamente. El alumnado usa la escala de la que dispone en el foro para puntuar 5 documentos y envía a esos 5 documentos que ha calificado otros 5 mensajes de texto proponiendo mejoras de los mismos. Para ello, debe analizar su contenido y reflexionar sobre los mismos en cuanto a su presentación, calidad de los contenidos y cantidad de contenidos. Calificación y envío de al menos 5 mensajes en este foro, para aprobar este apartado. 5 mensajes 10, 4 mensajes 8, 3 mensajes 6, 2 mensajes 4, 1 mensaje 2, ningún mensaje 0</p>
<p><b>Foro para la comunicación entre los alumnos</b></p>	<p>Uso la escala disponible en el foro para puntuar 5 documentos y envía a esos 5 documentos que ha calificado otros 5 mensajes de texto proponiendo mejoras de los mismos. Para ello, debe analizar su contenido y reflexionar sobre los mismos en cuanto a su presentación, calidad de los contenidos y cantidad de contenidos. Calificación y envío de al menos 5 mensajes en este foro, para aprobar este apartado. 5 mensajes 10, 4 mensajes 8, 3 mensajes 6, 2 mensajes 4, 1 mensaje 2, ningún mensaje 0</p>
<p><b>Foro para comunicación entre padres, profesores y alumnos</b></p>	<p>Uso la escala de la que dispone en el foro para puntuar 5 documentos y envío a esos 5 documentos que ha calificado otros 5 mensajes de texto proponiendo mejoras de los mismos. Para ello, debe analizar su contenido y reflexionar sobre los mismo en cuanto a su presentación, calidad de los contenidos, cantidad de contenidos. Calificación y envío de al menos 5 mensajes en este foro, para aprobar este apartado. 5 mensajes 10, 4 mensajes 8, 3 mensajes 6, 2 mensajes 4, 1 mensaje 2, ningún mensaje 0</p>
<p><b>Uso del chat</b></p>	<p>Uso del chat para investigar de forma colaborativa con los compañeros sobre cuestiones vinculadas a la asignatura. 10 o más mensajes enviados al chat 10, 9 mensajes 9, 8 mensajes 8, 7 mensajes 7, 6 mensajes 6, 5 mensajes 5, 4 mensajes 4, 3 mensajes 3, 2 mensajes 2, 1 mensaje 1, 0 mensajes 0. El envío de un mensaje que falte el respeto o insulte a alguien supondrá un 0 en este apartado. También podrá implicar sanciones por parte del profesorado hacia el alumnado</p>
<p><b>Actividades de audición</b></p>	<p>Realización de las actividades de audición contenidas en las lecciones y envío de los tests de audición al foro para la comunicación entre alumnos. Participación en foros de debate sobre dichas audiciones. Estas actividades pueden ser realizadas en la hora de clase o a través de Internet, haciendo uso de los archivos en mp3 de la plataforma. Deben ser enviadas todas las actividades de audición de las distintas lecciones. La calificación en este apartado será la media de todas las puntuaciones obtenidas</p>
<p><b>Actividades de video</b></p>	<p>Realización de las actividades de video y envío de los resúmenes al foro para la comunicación entre alumnos. Participación en foros de debate sobre dichos videos. Estas actividades pueden ser realizadas en la hora de clase o a través de Internet, haciendo uso de los archivos en mp3 de la plataforma. Deben ser enviados todas las actividades de video de las distintas lecciones. La calificación en este apartado será la media de todas las puntuaciones obtenidas</p>
<p><b>Actividades de informática musical</b></p>	<p>Realización de las actividades de informática musical y envío de los resúmenes al foro para la comunicación entre alumnos. Participación en foros de debate sobre dichos videos. Deben ser enviadas todas las actividades de informática musical de las distintas lecciones. La calificación en este apartado será la media de todas las puntuaciones obtenidas</p>

<p><b>Actividades de práctica instrumental y vocal</b></p>	<p>Realización de las actividades de práctica instrumental y vocal en clase. El alumnado ayudado por el profesor valora las interpretaciones de las obras trabajadas. Uso de este foro para evaluar las actividades de práctica vocal e instrumental de sus compañeros. Deben ser enviados todas las actividades de práctica vocal-instrumental</p> <p>El alumnado envía un mensaje a este foro con su nombre, apellidos y el título de la actividad. Por ejemplo: <i>Manuel Jesús Espigares Pinazo. Interpretación de la obra para flauta dulce "Donde vas Alfonso XII".</i></p> <p>Luego ha de valorar de 0 a 100 la interpretación de su compañero de grupo de trabajo con la plataforma conforme a estos criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respetar al profesor</li> <li>• Respetar las interpretaciones de los compañeros</li> <li>• Guardar silencio</li> <li>• Prestar atención a las indicaciones de dinámica (matices de volumen), agógica (matices rítmicos), pulso regular y empaste con el conjunto de la clase (tocar y cantar de manera sincronizada y al mismo volumen)</li> <li>• Interpretar con buena calidad de sonido.</li> <li>• Respirar correctamente</li> <li>• Emplear una correcta posición del cuerpo a la hora de la interpretación</li> <li>• Emplear una técnica correcta, en cuanto a digitación con los instrumentos o colocación de la voz, impostando en la práctica vocal</li> <li>• Tener interés en la actividad</li> </ul>
<p><b>Comportamiento y actitud en clase</b></p>	<p>El comportamiento será valorado diariamente. Se partirá de la calificación de 10 y se le irán restando 2 puntos por cada negativo</p>
<p><b>Trae los materiales de la asignatura</b></p>	<p>Trae los materiales de la asignatura (libro de texto, cuaderno, flauta dulce y auriculares). Se partirá de la calificación de 10 y se le irán restando 2 puntos por cada vez que el alumnado no traiga los materiales</p>

Tabla 8. Sistema de calificación utilizado en el Modelo Bordón.

### 6.3.2.1.2. Evaluación cualitativa: Sistema de categorías de la plataforma educativa-musical para la ESO

Dentro del proceso de investigación realizamos la siguiente evaluación del proceso de uso de la plataforma educativa-musical:

1. El profesor observa de manera continua, directa, diaria y sistemática el trabajo del alumnado. Ayudándole y anotando en su diario de clase todo lo relacionado con la misma, para mejorar el ejercicio de la práctica docente.

2. Aquellos estudiantes que logren implicar y animar a sus compañeros con al menos 5 mensajes en el foro, para la comunicación entre profesores y alumnos subirán 1 punto la nota final.
3. Todas las actividades contenidas en las lecciones deben ser enviadas al foro para la comunicación entre profesores y alumnos excepto las actividades de audición, las actividades de video y las actividades de informática musical, las cuales serán enviadas al foro para la comunicación entre alumnos. Vamos a ubicar cada actividad en un foro distinto debido al carácter de cada una. En el caso de las actividades más conceptuales (teóricas), y quizás más complejas, como las actividades de investigación, las de refuerzo y ampliación es conveniente una mayor intervención del profesor. Las actividades de introducción son simplemente para orientar y motivar con recursos multimedia al alumnado dentro de la temática de la lección a través de un portal educativo-musical.

A modo de conclusión, afirmamos que la evaluación en el Modelo Bordón se inspira en la filosofía del tercer espacio. Lugar de armonía y entendimiento entre los individuos que forman parte del proceso de enseñanza-aprendizaje y que promueve como modelo pedagógico musical los diez puntos básicos inspirados en la teoría sociocultural, que aludimos en el marco teórico. Toman como punto de referencia la importancia de las interacciones del alumnado y la generación de ambientes propicios para el desarrollo cognitivo de los sujetos implicados en el objetivo de aprender a aprender.

Para la evaluación del proceso utilizamos las herramientas de la plataforma educativa que consta de las siguientes secciones:

- **Presentación y normas de uso de la plataforma.** Nos da la bienvenida al curso y nos explica cómo va a ser el trabajo con la plataforma, describiendo sus normas básicas de uso.

- **Foro de Noticias.** En este foro de noticias iremos informando de todo aquello que sea de interés para el alumnado de cada curso.

En la siguiente imagen observamos la apariencia del foro de noticias:

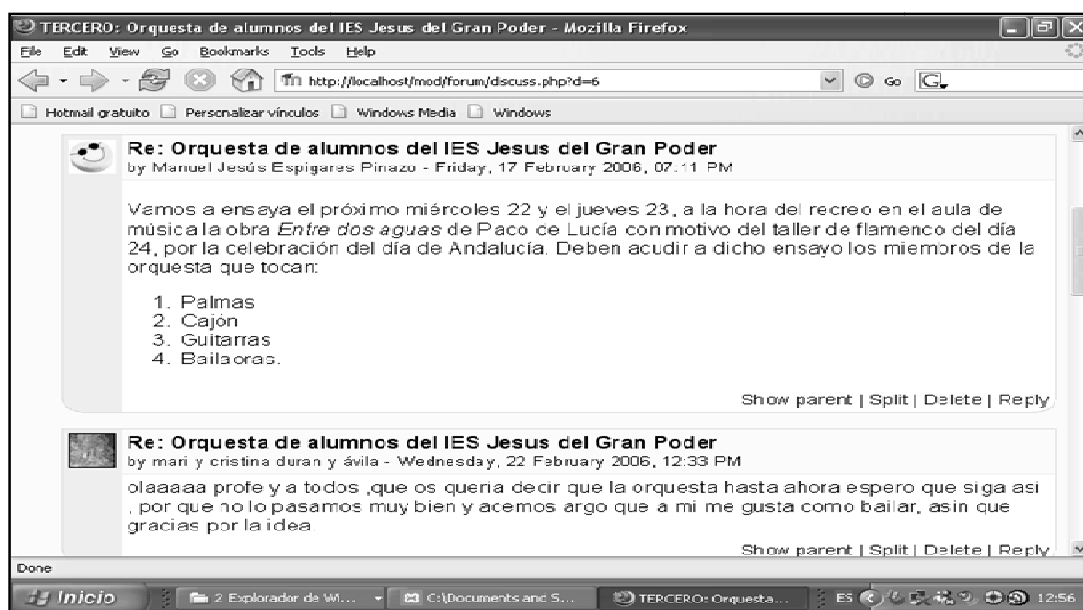


Imagen 13. Foro de noticias.

- Vamos a disponer de una sección llamada **Herramientas para la comunicación** que va a estar formada por:
  - Foro para la comunicación entre profesores y alumnos.
  - Foro para la comunicación entre alumnos.
  - Foro para la comunicación entre padres, profesores y alumnos.
  - Chat de intercambio de información. El alumnado y el profesorado podrán acceder a este chat para resolver dudas con el profesorado, intercambiar información entre el alumnado y con el profesorado.

En el siguiente gráfico observamos la apariencia de estas herramientas para la comunicación en la plataforma:

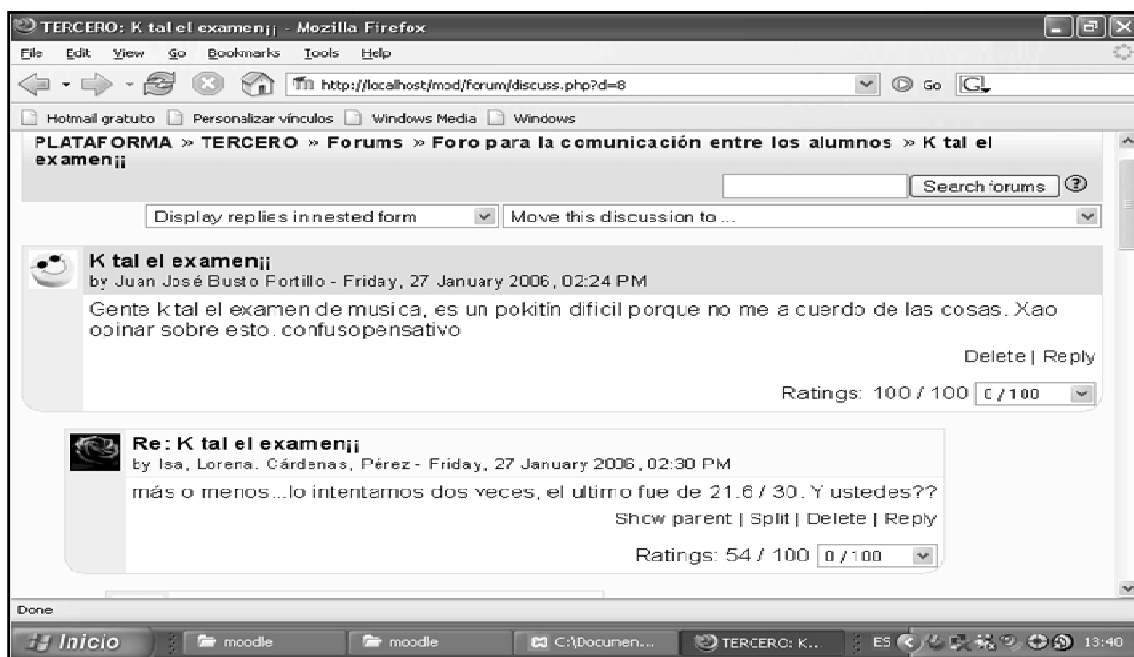


Imagen 14. Foro para la comunicación del alumnado.

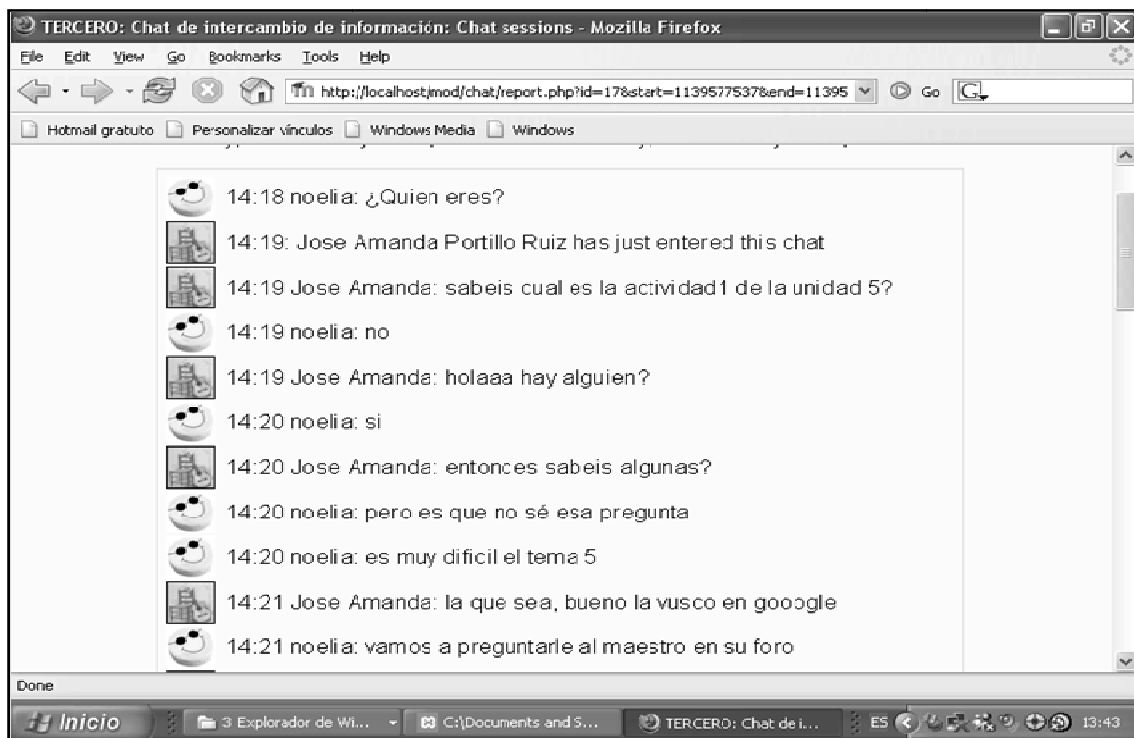


Imagen 15. Chat de intercambio de información.

- Estructura de la unidad. La estructura de la unidad va a consistir en:
  - **Lección.** Contiene las actividades que debemos desarrollar a lo largo de cada unidad. Estas van a estar divididas en:
    - *Actividades de introducción.* Actividades introductorias del tema.
    - *Actividades de desarrollo.* Cuestiones de desarrollo e investigación en internet.
    - *Actividades de audición.* Cuestionario que debemos realizar sobre las audiciones de clase.
    - *Actividades de práctica vocal e instrumental.* Contiene una partitura que será interpretada con los instrumentos escolares y entonada.
    - *Actividades de informática musical.* Consistirá en una actividad relacionada con la aplicación de las nuevas tecnologías a la música: edición de partituras, grabación, mezcla de sonidos.
    - *Actividades de refuerzo.* Reforzaremos con algunas actividades los contenidos impartidos en el tema.
    - *Actividades de ampliación.* Ampliaremos lo que hemos dado a lo largo de la lección.
  - **Examen de la unidad.** El alumnado dispone de un cuestionario con varias preguntas de la unidad.

En el siguiente gráfico observamos la apariencia del examen que realiza el alumnado al final de cada unidad:



Imagen 16. Examen de la unidad.

- **Examen final**

Al final del curso el alumnado realiza una autoevaluación de sus aprendizajes en el Modelo Bordón. A continuación mostramos una captura de pantalla de dicha autoevaluación:

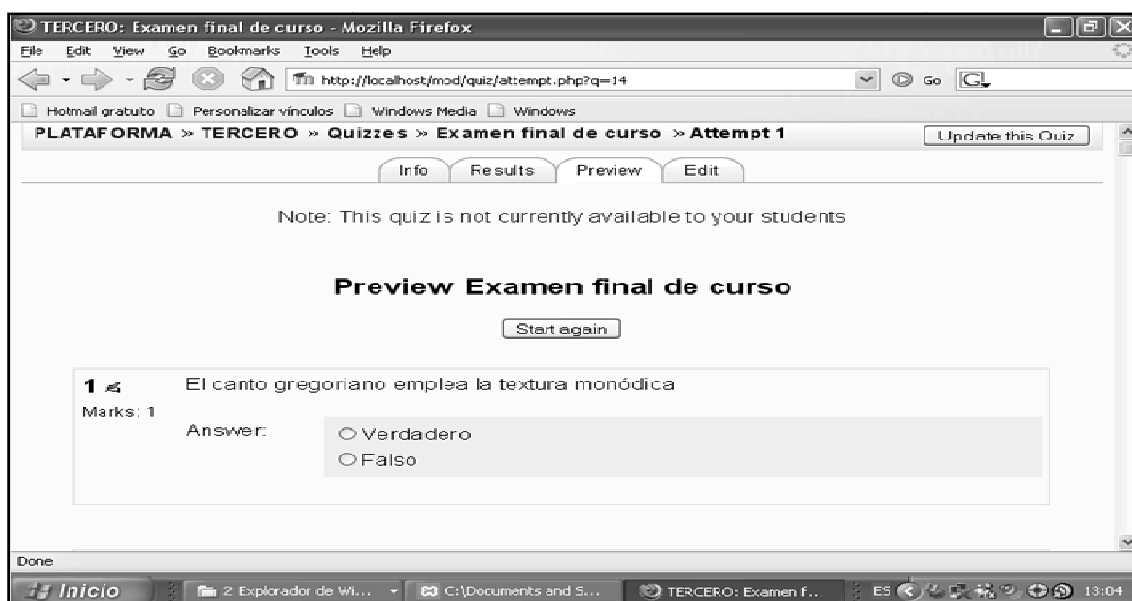


Imagen 17. Examen final.

### 6.3.2.1.3. Evaluación cuantitativa: Minería de datos educativos en la plataforma de teleformación

En la evaluación cuantitativa de la plataforma educativa empleamos técnicas de la minería de datos educativos. Estas técnicas consisten en la aplicación de una serie de modelos estadísticos que permiten profundizar acerca de datos relativos a la frecuencia de uso de los distintos objetos digitales de aprendizaje de los que consta nuestra plataforma online como pueden ser las *tablas*, *los tests de conocimientos musicales*, *los foros* o *las lecciones*.

### 6.3.2.2. Grupo de discusión del alumnado participante

Para la evaluación de los datos vertidos en el grupo de discusión sobre el trabajo con el modelo pedagógico con TIC para el aprendizaje musical, confeccionamos una matriz de datos con la siguiente tabla:

Fuente de información	CATEGORÍAS			Descripción básica	Valoración
	Motivación	Actitud	Aprendizaje		
Grupo de discusión					

Tabla 9. Categorías de estudio del grupo de discusión.

### 6.3.3. Instrumentos para la evaluación del impacto

Para la evaluación del impacto vamos a estudiar los datos recogidos en las escalas realizadas sobre actitud, trabajo y motivación, así como las simulaciones musicales en las que ha intervenido el alumnado.

#### 6.3.3.1. Pruebas de ejecución musical

Con los materiales multimedia que contienen las pruebas de ejecución del alumnado hacemos una selección de los contenidos más significativos. Para ello, describimos de forma general las observaciones de la fuente de información en torno a tres categorías: motivación, actitud y aprendizaje, hacemos una descripción básica de la



información recogida y una valoración de los resultados. En la siguiente tabla presentamos la matriz elaborada para la recogida de este tipo de información:

Fuente de Información	CATEGORÍAS			Descripción Básica	Valoración
	Motivación	Actitud	Aprendizaje		
Simulaciones, aprendizajes musicales (conciertos y actuaciones ofrecidas por el alumnado)					

Tabla 10. Matriz para el estudio de la información vertida en las simulaciones de los aprendizajes musicales.

### 6.3.3.2. Registro de incidentes críticos del centro educativo

En este apartado exponemos la herramienta de recogida de información cualitativa, abierta y narrativa, construida para el estudio de los *incidentes críticos del centro* (terminología basada en Mayor, Murillo, Ballesteros y Japón, 2008). Establecemos una relación clara entre el modelo pedagógico Bordón y la mejora de las actitudes del alumnado. A través del estudio del registro de medidas correctivas del alumnado del centro, establecemos dos grandes categorías: profesores y conductas del alumnado que son sancionados con medidas correctivas que cuando suman 3, se avisa a los padres y cuando suman 5 son expulsados del centro durante un período determinado.

La herramienta construida para el estudio de las medidas correctivas es una escala de estimación basada en la categorización de dichas medidas correctivas en torno a una serie de variables:

- *Variable actitud A: Nivel de incidencia*

A la hora de hacer la valoración de este apartado se coloca el tipo de falta de actitud más grave que ha cometido el alumnado en la casilla de “variable actitud A”, tal y como mostramos en la siguiente tabla:

1. No hay incidencias
2. Incidencias leves sin repetición
3. Incidencias leves con reincidencia
4. Incidencias graves sin repetición
5. Incidencias graves con repetición

Tabla 11. Variable A de las faltas de actitud del alumnado.

- *Variable de actitud B: Tipo de conductas sancionadas*

1. Conducta evasiva. <i>No trabaja (leve)</i>
2. Conducta evasiva. <i>Desobedece (leve)</i> . Desobedecer las indicaciones del profesorado. El profesorado le puede indicar que haga algo y el alumnado no lo hace tras repetírselo en varias ocasiones. Esto puede conllevar alguna sanción, recomendación o lectura y resumen de un texto con contenido educativo. Incumplir alguna norma del centro, no especificada en las categorías restantes
3. Conducta evasiva. <i>Falta a clase o retrasos reiterados (grave)</i> . No entrar en clase, quedarse en los pasillos o en el recreo. Aquí entrarían los retrasos reiterados
4. Conducta evasiva. <i>Uso incorrecto del material (leve)</i> . Chatear en hora de clase, no estar trabajando la asignatura, maltratar el material de clase, emplear dispositivos electrónicos, mp3 o móviles
5. Conducta disruptiva. <i>Charla (leve)</i> . Hablar en clase, no prestar atención
6. Conducta disruptiva. <i>Grita (leve)</i> . Cometer el descuido de gritar en el aula sin mala intención
7. Conducta disruptiva. <i>Grita (grave)</i> . Interrumpir a propósito las clases con sus gritos
8. Conducta disruptiva. <i>Interrumpe (leve)</i> . Jugar, distraerse e interrumpir el ritmo normal de las clases, sin mala intención
9. Conducta disruptiva. <i>Interrumpe (grave)</i> . Interrumpir de manera intencionada
10. Conducta proactiva. <i>Falta de respeto al profesorado (grave)</i> . Agredir física o moralmente al profesorado
11. Conducta proactiva. <i>Falta de respeto al alumnado (grave)</i> . Agredir física o moralmente al alumnado

Tabla 12. Variable B de las faltas de actitud cometidas por el alumnado.

En la siguiente tabla mostramos la matriz construida para el estudio del registro de incidentes críticos:

<i>Sujeto</i> <i>(n° id.)</i>	<i>Sujeto (curso)</i>	<i>Sujeto</i> <i>(apellidos,</i> <i>nombre)</i>	<i>Sujeto (sexo)</i>	<i>Variable actitud A</i> <i>(n°)</i>	<i>Variable</i> <i>actitud B (n°)</i>	<i>Variable</i> <i>profesor (n°)</i>

Tabla 13. Variables que valoramos en el estudio del registro de incidentes críticos.

- *Variable de profesorado. Consigna numérica del profesorado y materia que imparte*

En la codificación numérica del profesorado del centro contamos con las diferentes materias que se imparten en el centro y le asignamos un número para respetar el anonimato de todos/as ellos/as. Los nombres quedan consignados de la siguiente forma:

1. <i>Música. Investigador</i>
2. <i>Música, lengua, francés</i>
3. <i>Ciencias naturales</i>
4. <i>Ciencias naturales (jefe estudios)</i>
5. <i>Ciencias naturales</i>
6. <i>Matemáticas I</i>
7. <i>Matemáticas II</i>
8. <i>Matemáticas III</i>
9. <i>Matemáticas IV</i>
10. <i>Matemáticas V</i>
11. <i>Tecnología I</i>
12. <i>Tecnología II</i>
13. <i>Lengua I</i>
14. <i>Lengua II</i>
15. <i>Lengua III</i>
16. <i>Lengua IV</i>
17. <i>Ciencias sociales I</i>
18. <i>Ciencias sociales II</i>
19. <i>Ciencias sociales III</i>
20. <i>Orientador</i>
21. <i>Educación física I</i>
22. <i>Educación Física II</i>
23. <i>Religión</i>
24. <i>Apoyo</i>
25. <i>Plástica</i>
26. <i>Inglés I</i>
27. <i>Inglés II</i>
28. <i>Inglés III</i>

Tabla 14. Consigna numérica del profesorado del centro.

### 6.3.3.3. Escalas sobre trabajo, actitud y aprendizaje con la plataforma educativa-musical

Para la evaluación del impacto del modelo pedagógico con TIC pasamos al alumnado una serie de escalas sobre trabajo, actitud y aprendizaje, las cuales contienen una *consigna de valores de 1 a 5* en una *escala sumativa o tipo Lickert* tal y como reflejamos a continuación:

1.	Valoración Baja. Estimamos que la valoración es baja cuando consideramos negativa nuestra opinión con respecto al ítem
2.	Valoración Regular. Estimamos que la valoración es regular cuando consideramos que no es baja pero sin embargo está por debajo de un nivel normal
3.	Valoración Normal. Estimamos que la valoración es normal cuando consideramos que está en un nivel aceptable sin llegar a destacar positiva ni negativamente
4.	Valoración Buena. Estimamos que la valoración es positiva, ubicándose por encima de la normalidad
5.	Valoración Muy buena. Estimamos que la valoración es muy positiva, ubicándose muy por encima de la normalidad

Tabla 15. Consigna numérica de la escala sumativa de trabajo, actitud y aprendizaje.

a) El siguiente gráfico expone el planteamiento teórico de la escala de *trabajo*. La escala contiene las tres dimensiones en cuanto al *diseño y el agrupamiento de los ítems empleados para medir el trabajo en el Modelo Bordón*: calidad del trabajo (relativa a copiar y pegar, el trabajo colaborativo, la corrección de las respuestas y el análisis y la reflexión en el trabajo colaborativo), cantidad del trabajo (en las lecciones, el foro, el chat y la calificación de los compañeros y las compañeras) y sitio donde se ha trabajado (en casa o en clase)<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Para más información consultar anexos.

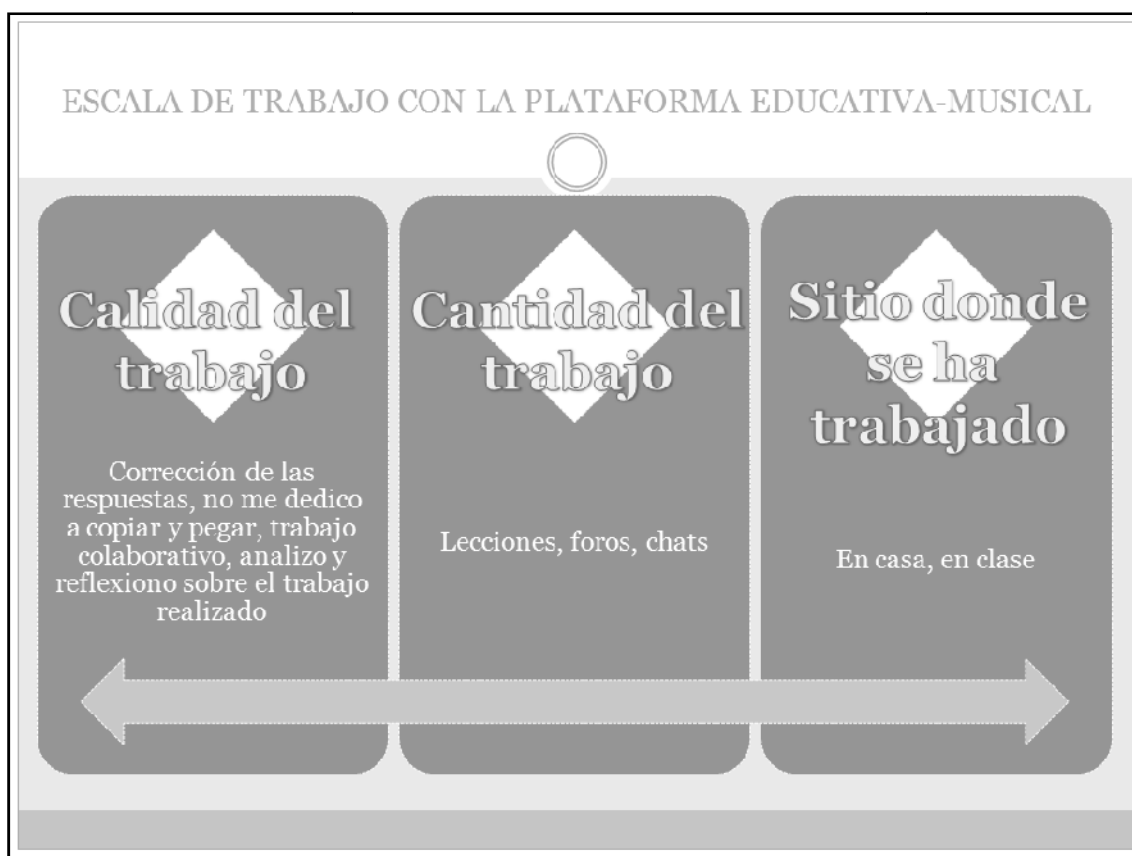


Gráfico 11. Planteamiento teórico de la escala de trabajo.

b) El siguiente gráfico expone el planteamiento teórico de la escala de *aprendizaje*. La escala contiene las siguientes dimensiones en cuanto al *diseño y el agrupamiento de los ítems empleados para medir el aprendizaje en el Modelo Bordón*: las herramientas de comunicación (relativo al empleo del chat, los foros, mayor aprendizaje porque hay una mayor motivación con las TIC), los recursos multimedia (en relación con el empleo de recursos video-audio y la mayor motivación debido al uso de este tipo de recursos), la utilización de Internet (vinculado a poder trabajar la asignatura desde cualquier sitio, la investigación y el mayor aprendizaje por una mayor motivación) y las aportaciones del modelo de aprendizaje (relacionado con el mayor aprendizaje por una mayor motivación, el poder trabajar dentro y fuera de clase y sentirse más a gusto con esta manera de trabajar)<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Para más información consultar anexos.

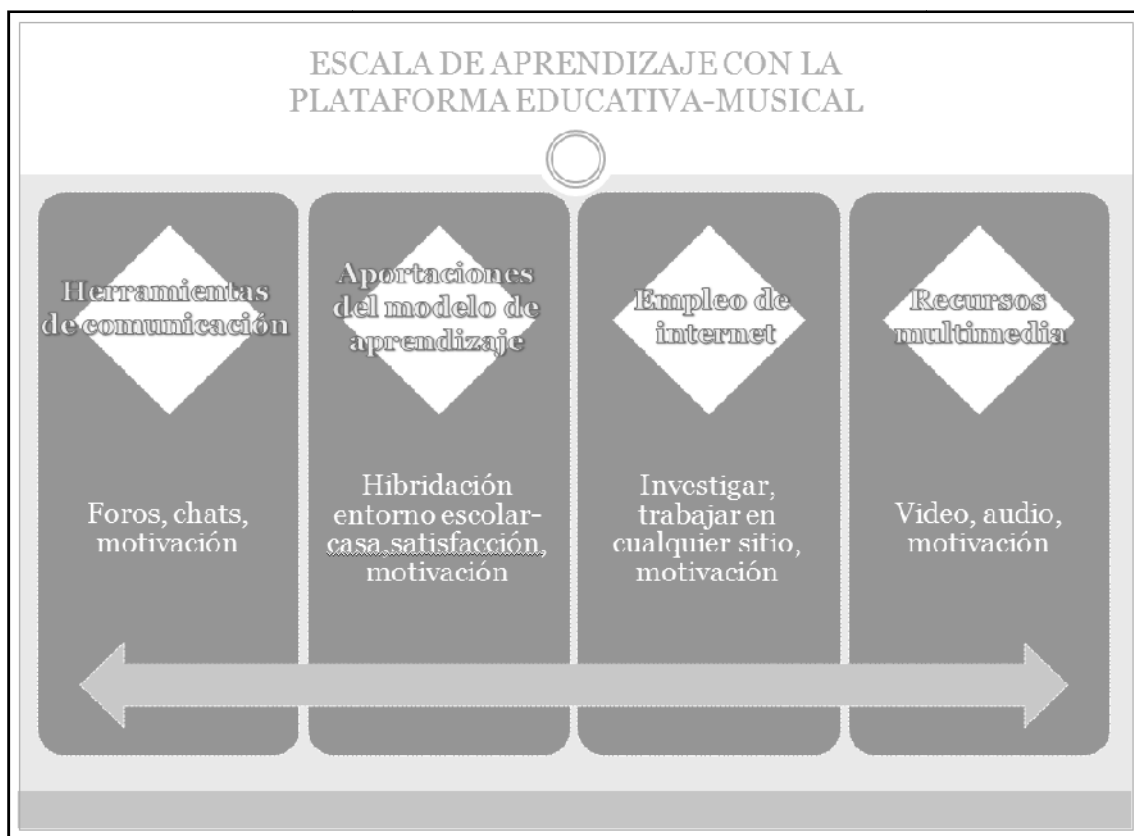


Gráfico 12. Planteamiento teórico de la escala sobre aprendizaje.

c) El siguiente gráfico expone el planteamiento teórico de la escala de *actitud*. La escala contiene las siguientes dimensiones: lugar de trabajo (relativo al mejor comportamiento y actitud positiva ante el trabajo en clase y al mayor interés por poder acceder a Internet, así como una actitud positiva ante el trabajo desde casa), modelo de clases (vinculado a la mejor actitud de cara a la realización de las actividades, donde el alumno elige su propio ritmo y organización del aprendizaje y el trabajo) y una mejora del comportamiento general del alumnado (relacionado con charlar menos, mayor respeto al profesor y a los compañeros).

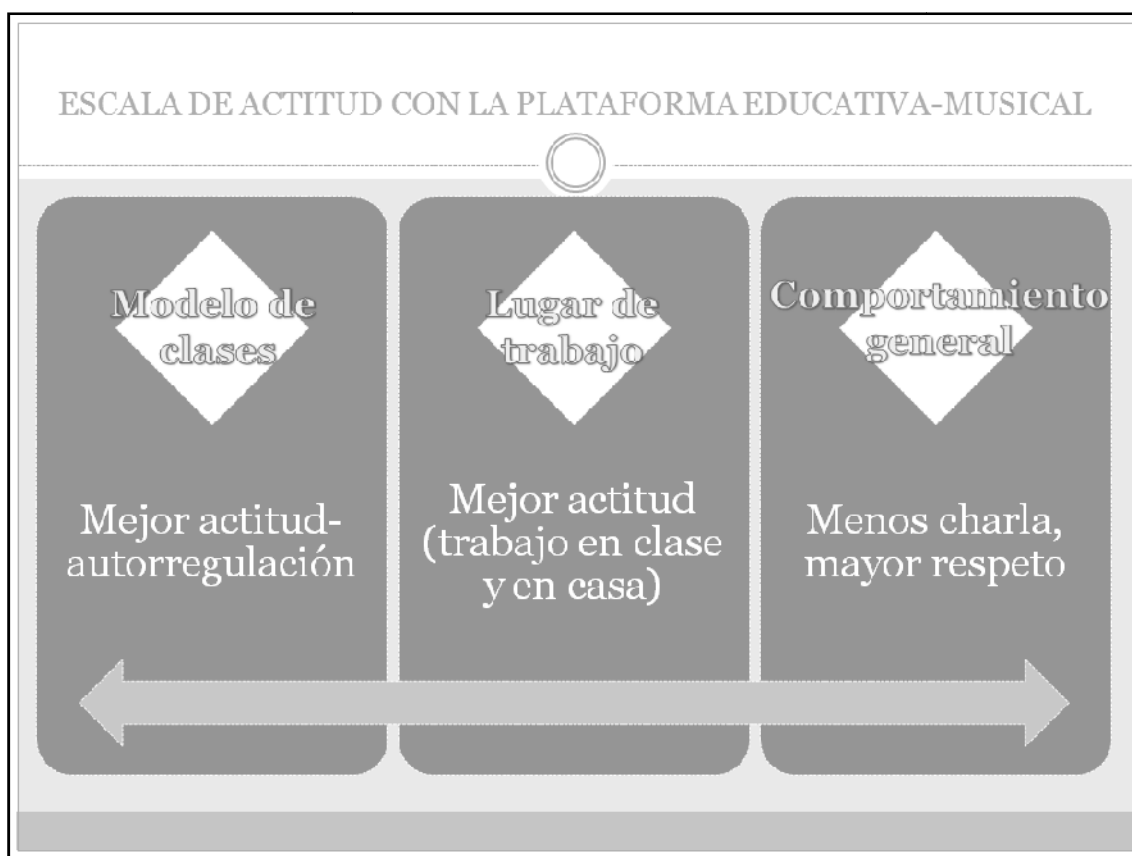


Gráfico 13. Planteamiento teórico de la escala sobre actitud.

## 7. Técnicas analíticas aplicadas en la investigación

Las técnicas analíticas que desarrollamos a lo largo del capítulo siguiente son, dentro de la *evaluación del diseño*: la escala para el juicio de expertos; en la *evaluación del proceso*: el sistema de categorías abductivo de la plataforma educativa-musical y el grupo de discusión del alumnado participante en el modelo educativo, las técnicas de limpieza, descripción, conglomerados, reglas de asociación, clasificación y visualización de los datos registrados en la plataforma educativa-musical y por último en la *evaluación del impacto*: sistema de categorías abductivo de las interpretaciones musicales del alumnado, análisis del registro de incidentes críticos del centro educativo y escalas tipo Likert sobre trabajo, actitud y aprendizaje con la plataforma educativa-musical.

Los programas informáticos utilizados en el análisis son: SPSS 15.0, SPSS Clementine 11.1, Weka 1.0 y, Statistica 7.0. Con estos programas se han desarrollado las técnicas analíticas que constan en la siguiente gráfica:



Gráfico 14. Técnicas de análisis utilizadas en la investigación.

Los resultados obtenidos suponen gran cantidad de información cualitativa y estadística que hemos resumido, tomando lo más fundamental para la toma de decisiones en el siguiente capítulo.

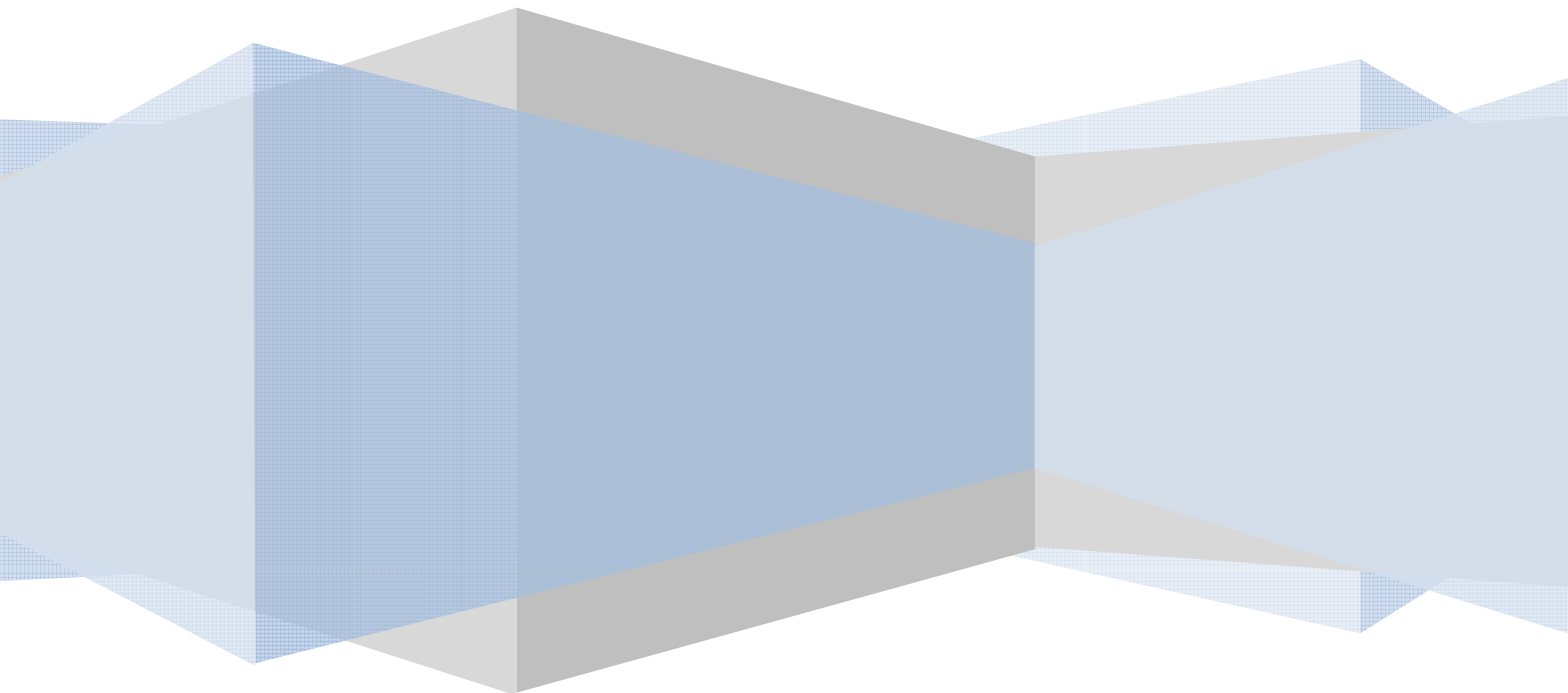


TERCERA PARTE

# RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Capítulo 6. Resultados de la evaluación de la aplicación del  
Modelo Bordón

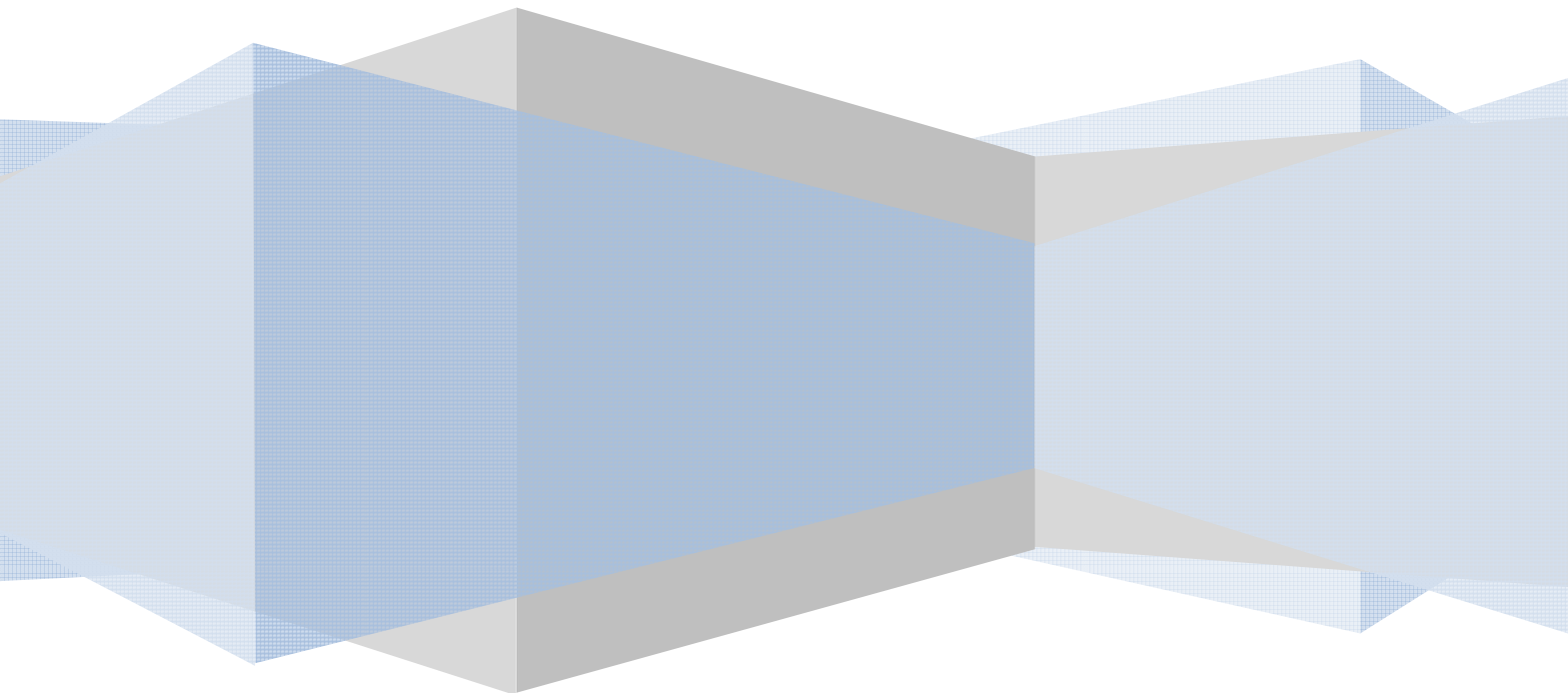
Capítulo 7. Conclusiones y limitaciones del trabajo





# Resultados de la evaluación de la aplicación del Modelo Bordón

1. Introducción
2. Resultados de la evaluación del diseño de la plataforma educativa:  
la opinión de los expertos
3. Resultados de la evaluación del proceso de aprendizaje con la  
plataforma educativa
4. Resultados de la evaluación del impacto del Modelo Bordón





## ***Capítulo 6. Resultados de la evaluación de la aplicación del Modelo Bordón***

---

### **1. Introducción**

En el siguiente capítulo mostramos los resultados obtenidos en la evaluación del diseño, el proceso y el impacto del Modelo Bordón. Los resultados orientan hacia la toma de decisiones, parte decisiva en cualquier investigación, tal y como mostramos a continuación.

### **2. Resultados de la evaluación del *diseño* de la plataforma educativa: la opinión de los expertos**

#### **2.1. La opinión de los expertos acerca del diseño de la plataforma educativa-musical online**

Para la evaluación del diseño empleamos la información que obtenemos a partir de una escala para el juicio de expertos. Dicha escala es sometida al procedimiento de Thurstone para escalar objetos. Nuestra tarea, en esta fase de la investigación, consiste en mostrar el valor escalar y educativo de la plataforma para el aprendizaje online.

Realizamos, en primer lugar, partiendo de las matrices numéricas de la escala una reducción de los datos con el programa SPSS, un escalamiento óptimo y le pedimos que nos muestre una sola dimensión. Hallamos el Alfa de Cronbach para medir la fiabilidad y la unidimensionalidad de las respuestas de los jueces.

Posteriormente hacemos un análisis de los ítems. Calculamos las variables y sumamos todos los ítems correspondientes a cada dimensión (funcional, técnica y pedagógica) y los dividimos por el número de ítems de cada dimensión.

Por último y para conseguir nuestro objetivo de hallar el valor escalar de nuestra plataforma consultamos los estadísticos descriptivos: media, mediana, varianza, desviación típica, moda, suma máximo y mínimo.

En los siguientes apartados desglosamos las tablas y las gráficas de hilo correspondientes a los valores medios de los ítems de las dimensiones valoradas en el juicio de expertos sobre el diseño de la plataforma educativa-musical online: funcional, técnica y pedagógica.

### 2.1.1. Dimensional funcional

A continuación mostramos en el siguiente gráfico de hilo las medias de los ítems del 1 al 10, en una escala de 1 a 5, que corresponden a la *dimensión funcional*:

ÍTEM	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA
1. La estructura es sencilla, con apartados informativos e índice de enlaces a los contenidos	4.58	0.515
2. La información se comparte con el profesor y los alumnos	4.50	0.522
3. Presenta el plan docente de la asignatura de forma clara y accesible	4.67	0.492
4. Ofrece recursos didácticos variados: tests, chats, foros, videos, audiciones	4.83	0.389
5. Proporciona foros de debate y entornos para la tutoría permanente	4.67	0.492
6. Proporciona un fácil acceso online	5	0.000
7. Relevancia e interés de los contenidos	4.58	0.515
8. Facilidad de uso del sistema de navegación	4.42	0.793
9. Proporciona múltiples enlaces externo	4.58	0.669
10. Incluye la posibilidad de crear foros para trabajar con alumnos de Necesidades Educativas Especiales	4.75	0.452

Tabla 16. Media aritmética y desviación estándar de los ítems de la primera dimensión: funcional.

De la tabla anterior también elaboramos un gráfico. El gráfico que usamos es el denominado gráfico de hilo o gráfico de líneas que nos da una imagen visual de la información vertida en dicha. Aquí se muestran las de la primera dimensión, la dimensional funcional de la plataforma de formación online en la ESO, la cual refleja valores altos entre 4,4 y 5 en una escala de 1 a 5.

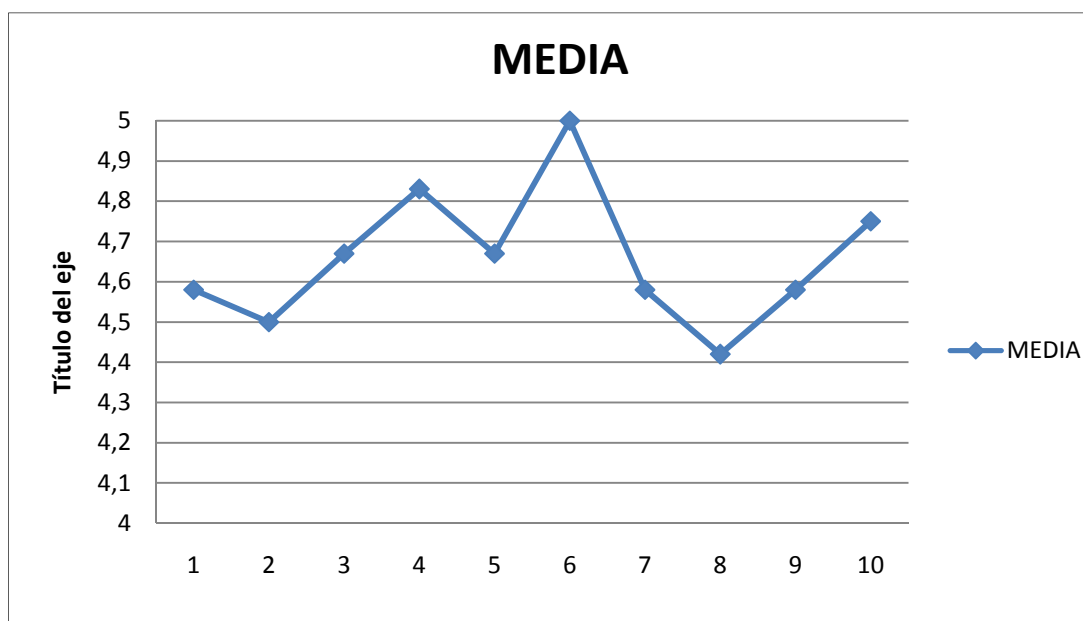


Gráfico 15. Medias aritméticas de la primera dimensión de la plataforma: funcional.

### 2.1.2. Dimensión técnica

En la siguiente tabla mostramos los datos de la media aritmética y la desviación típica de los ítems de la segunda dimensión de la escala para el juicio de expertos, del 11 al 19.

ÍTEM	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA
11. Calidad de entorno audiovisual	3.17	0.937
12. Iconicidad del entorno	3.08	0.669
13. Calidad y cantidad del material Multimedia	4.50	0.522
14. Gestión ágil de los links: nombres claros, ventanas nuevas, todo a 3 clic (como mucho)	4.92	0.289
15. Estética, entorno agradable	3.33	0.778
16. Originalidad y uso de tecnología Avanzada	4.58	0.515
17. Calidad y estructuración de los contenidos	4.25	0.452
18. Cantidad de los recursos que ofrece	4.50	0.522
19. Incluye documentos y materiales didácticos originales	4.83	0.389

Tabla 17. Media aritmética y desviación estándar de los ítems de la segunda dimensión: técnica.

El gráfico de hilo representa los datos de la tabla anterior sobre la dimensión técnica de la plataforma, la cual es *valorada positivamente por los jueces, oscilando sus respuestas entre 3,1 y 5*. Observamos que los resultados son ligeramente inferiores que en la anterior dimensión.

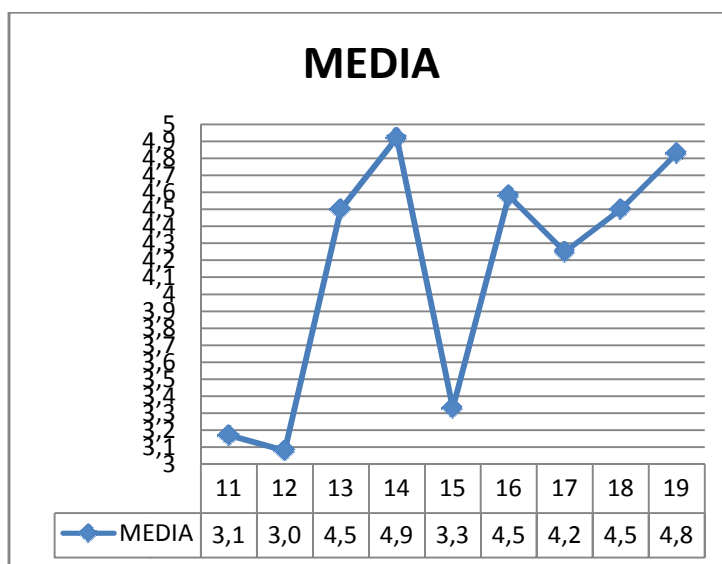


Gráfico 16. Medias aritméticas de la segunda dimensión de la plataforma: técnica.

### 2.1.3. Dimensión pedagógica

En la siguiente tabla mostramos los datos de la media aritmética y la desviación típica de los ítems de la dimensión pedagógica de la escala para el juicio de expertos, del 20 al 28.

ÍTEM	MEDIA ARITMÉTICA	DESVIACIÓN TÍPICA
20. Capacidad de motivación, atractivo, interés...	4.42	0.793
21. Adecuación de los contenidos a los destinatarios	4.33	0.651
22. Potencialidad de los recursos didácticos empleados	4.25	0.452
23. Presenta de forma clara la programación de la asignatura y las normas de uso de la plataforma	5	0.000
24. Proporciona ejercicios de evaluación autocorrectivos	5	0.000
25. Facilita la realización de trabajos colaborativos	4.67	0.492
26. Permite el intercambio del conocimiento	4.92	0.289
27. Posibilita el autoaprendizaje	4.25	0.866
28. Permite la autonomía en el trabajo	4.50	0.674

Tabla 18. Media aritmética y desviación estándar de los ítems de la tercera dimensión: pedagógica.

El gráfico de hilo que mostramos a continuación refleja las medias de la tercera dimensión: pedagógica, las cuales *presentan valores bastante altos que oscilan entre*



4,3 y 5 en una escala de 1 a 5. Los resultados ofrecen valores algo superiores que la dimensión anterior.

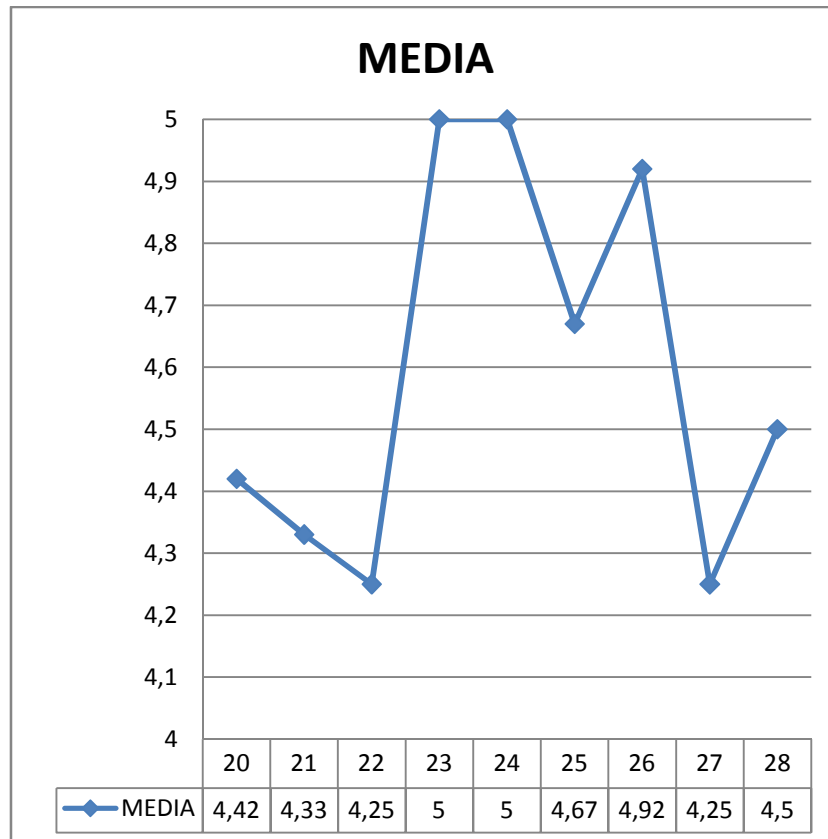


Figura 17. Medias aritméticas de la segunda dimensión de la plataforma: pedagógica.

A continuación, mostramos en una gráfica de hilo, las medias aritméticas en las *tres dimensiones: funcional, técnica y pedagógica*. Observamos que la dimensión mejor valorada es la funcional, seguida por la pedagógica y la técnica.

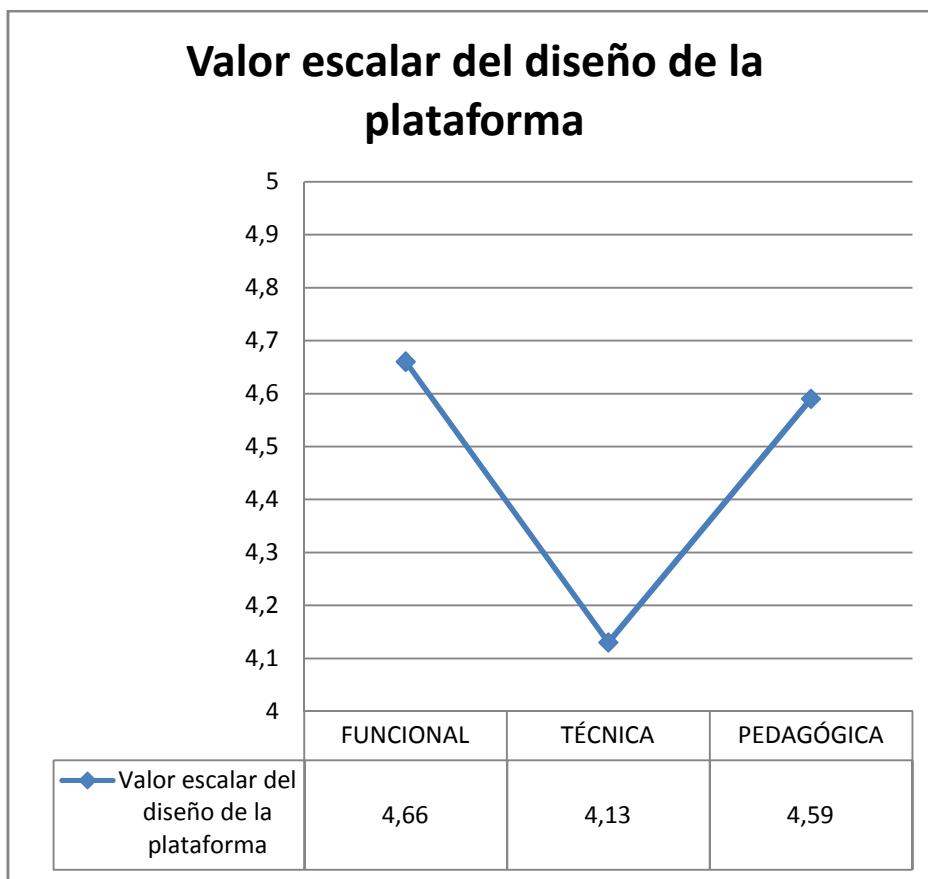


Gráfico 18. Dimensiones del análisis del juicio de expertos.

En resumen, las tres dimensiones de la plataforma educativa-musical, valoradas en la escala sobre el diseño de nuestra herramienta informática, ofrece una *unidimensionalidad en las respuestas de los jueces, los cuales coinciden le otorgan valores altos.*

### **3. Resultados de la evaluación del *proceso* de aprendizaje con la plataforma educativa**

#### **3.1. Evaluación cualitativa del proceso: *focus group* y plataforma**

##### **3.1.1. Resultados del grupo de discusión del alumnado**

Para el análisis del grupo de discusión del alumnado participante en la red virtual de aprendizaje musical nos basamos en una metodología de análisis cualitativo, en la que contemplamos tres dimensiones: motivación, actitud y aprendizaje del alumnado. Luego hacemos una descripción básica de cada dimensión o categoría y finalmente una valoración general.

Los resultados nos muestran que *el alumnado se siente motivado con las posibilidades de comunicación de la plataforma educativa ya que fomenta la relación entre ellos y ellas*. La actitud mejora debido a que tenemos la ventaja de que puede planificar su tiempo de trabajo en la asignatura con una mayor libertad. El aprendizaje colaborativo, además les gusta y se sienten atraídos por él. *Valoran positivamente el chat*, de los objetos de aprendizaje musical que contiene la plataforma y sus posibilidades de comunicación. En general concluimos, según el grupo de discusión que *la experiencia ha sido positiva y se sienten motivados con esta nueva manera de trabajar la asignatura*.

Fuente de información	CATEGORÍAS			Descripción básica	Valoración
	Motivación	Actitud	Aprendizaje		
Grupo de discusión	<p>Una de las cuestiones con las que el alumnado se siente más motivado es con las posibilidades de comunicación que ofrece la plataforma. Según ellos "la relación entre los alumnos". De todas las herramientas de comunicación de la plataforma con la que se sienten mejor es con el chat. Dentro del grupo de discusión hay una alguna que presenta desmotivación ante el Modelo Bordón, pero reconoce que se puede aprender: "bueno, la verdad es que aprender se aprende" Se sienten motivados ante el trabajo colaborativo: "si tienes una idea la compartes".</p>	<p>El hecho de tener la libertad de gestionar el tiempo de trabajo de la asignatura genera actitudes positivas en el alumnado. "Puedes trabajar en tu tiempo libre, podemos planificarnos". Reconocen que la actitud desde la utilización del Modelo Bordón es más positiva. "Me parece mejor esta forma de trabajar que la anterior". El alumnado tiene una actitud positiva de cara al aprendizaje colaborativo. "Es mejor que entre nosotros podamos hacer trabajos". "Por ejemplo 1 no piensa, piensan 4 ó 5 a la vez". Ha habido una mejora significativa de la actitud de alumnado. El número de partes de disciplina (medidas correctivas ha disminuido). "Hombre, menos partes [de disciplina] hay, porque podemos hablar entre nosotros en clase, a la hora de trabajar".</p>	<p>El alumnado piensa que la plataforma posibilita llevar un control completo de la asignatura. El alumnado, en su mayoría, prefiere trabajar con la plataforma que siguiendo el modelo clásico de clases con libro de texto y ejercicios. En cuanto a los exámenes, en su mayoría opinan que hacer los exámenes siguiendo su ritmo de aprendizaje y de trabajo es bueno. El aprendizaje colaborativo y grupal les atrae.</p>	<p>Se sienten más motivados con la nueva forma de trabajar con la plataforma. Les atrae el trabajo colaborativo y grupal. Destacan la importancia de las herramientas de comunicación sobre todo chat. Piensan que es posible aprender a través de la plataforma utilizada en el Modelo Bordón. Están de acuerdo en la reducción del número de medidas correctivas en la asignatura desde la implantación del Modelo Bordón</p>	<p>La valoración del alumnado de la experiencia con el uso de la plataforma educativa en el Modelo Bordón es en su mayoría bastante positiva. Reconocen que realmente se puede aprender con este modelo pedagógico</p>

Tabla 19. Resultados del grupo de discusión del alumnado participante.

Los resultados obtenidos a partir del grupo de discusión sobre el empleo del Modelo Bordón presentan una valoración altamente positiva, motiva, genera actitudes positivas hacia la asignatura y *potencia los aprendizajes musicales por sus posibilidades de comunicación y el trabajo colaborativo*.

### **3.1.2. Desarrollo y aplicación del sistema de categorías a la plataforma educativa-musical**

Para la evaluación del proceso de la investigación nos basamos en la plataforma educativa Moodle y la información en ella vertida, siendo ésta el centro de la actividad del alumnado, donde su trabajo se refleja y se comparte para enriquecimiento colectivo. Para facilitar el proceso de análisis de datos creamos un *sistema de categorías*. Dicho sistema de categorías se basa en los contenidos más significativos que observamos en cada uno de los apartados del Modelo Pedagógico utilizado y la herramienta informática usada a tal efecto. El tipo de *análisis* que efectuamos con ese sistema de categorías es *cualitativo* y vamos a destacar *las modalidades de participación de los alumnos y los aprendizajes adquiridos*.

Los contenidos de la plataforma se han estructurado en cuatro cursos, que constituyen los cuatro niveles educativos de la ESO. Cuando entramos en la plataforma se nos solicita unos datos para poder acceder a la misma. Debemos estar registrados con un nombre de usuario y tener una contraseña. Estos datos serán personales, confidenciales e intransferibles, de manera que nadie puede alterar nuestras sesiones de trabajo con la plataforma. Desde la misma pantalla principal, al acceder a cualquiera de los cursos, podemos darnos de alta. Una vez que estamos dados de alta, podemos acceder a los cursos en los que estamos matriculados. Se establece la siguiente organización básica dentro de los distintos cursos en la plataforma educativa-musical en torno a dos variables de estudio, el objeto de aprendizaje de la plataforma y el sistema de categorías empleados para la evaluación del mismo:

<i>Objetos de aprendizaje</i>	<i>Sistema de categorías</i>
<i>Presentación y normas de uso de la plataforma</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alumnado que ha consultado la presentación de la plataforma y sus normas de uso</li> <li>2. Alumnado que no ha consultado la presentación de la plataforma y sus normas de uso</li> </ol>
<i>Foro de Noticias</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alumnado que ha leído el foro de noticias</li> <li>2. Alumnado que ha leído el foro de noticias y ha participado en el mismo enviando mensajes</li> <li>3. Alumnado que ni ha leído ni ha enviado mensajes al foro de noticias</li> </ol>
<i>Evaluación inicial</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alumnado que ha realizado la evaluación inicial de la asignatura</li> <li>2. Alumnado que no ha realizado la evaluación inicial de la asignatura</li> </ol>
<i>Enlaces webs interesantes</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alumnado que ha consultado los enlaces webs interesantes de la asignatura</li> <li>2. Alumnado que no ha consultado los enlaces webs interesantes de la asignatura</li> </ol>
<i>Herramientas para la comunicación (foros y chats)</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Participación activa en los foros</li> <li>2. Escasa participación en los foros</li> <li>3. Participación activa en los chats</li> <li>4. Escasa participación en los chats</li> </ol>
<i>Lección</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alumnado que ha enviado las actividades a los foros</li> <li>2. Alumnado que no he enviado las actividades a los foros</li> </ol>
<i>Exámenes de las lecciones</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exámenes aprobados</li> <li>2. Exámenes suspensos</li> </ol>
<i>Examen final</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Exámenes aprobados</li> <li>2. Exámenes suspensos</li> </ol>

Tabla 20. Sistema de categorías de los datos cualitativos de la plataforma.

En cuanto a los resultados obtenidos en nuestro estudio, destacamos que la *plataforma y las normas de uso de la plataforma fueron consultadas por el alumnado*. Los *foros es el lugar se concentra la mayor actividad*, el foro de noticias presenta un uso reducido, las *herramientas informáticas tales como editores de video, presentaciones y partituras, grabadores de sonido y el procesador de textos presentan un uso intenso*. En su mayoría, *el alumnado envió sus documentos a los foros para que fueran realizadas las evaluaciones recíprocas*. Los enlaces webs interesantes presentan

un escaso uso, debido a que en general el alumnado emplea buscadores externos a la plataforma educativa y no utiliza los que están en la plataforma educativa. *Los resultados de los exámenes de las unidades o test de conocimientos musicales fueron satisfactorios.* En la siguiente tabla mostramos los resultados de cada una de las categorías estudiadas en la plataforma educativa-musical:

<b>PLATAFORMA EDUCATIVA-MUSICAL</b>
<p><i>Presentación y normas de uso de la plataforma.</i></p> <p>El alumnado en su mayoría ha consultado la presentación de la plataforma y sus normas de uso. Consideramos esta cuestión básica debido a que para el correcto uso y trabajo con la plataforma es fundamental que conozcamos cómo hemos de utilizarla para sacarle el máximo provecho.</p>
<p><i>Foro de Noticias</i></p> <p>En cuanto a los análisis afirmamos que en general no ha tenido mucho el foro de noticias y que había un reducido grupo dentro del alumnado que participaba activamente en el mismo. Esto puede ser debido a que el alumnado no disponía de suficiente tiempo durante las clases para participar en el mismo y en sus casas el uso de la plataforma no ha sido el deseado.</p>
<p><i>Herramientas para la comunicación</i></p> <p><i>La participación en los foros ha sido bastante intensa</i> y se han dado distintas prácticas entre el alumnado. Han habido evaluaciones recíprocas de los trabajos enviados a los foros. Dichos trabajos se han realizado haciendo uso de las diferentes herramientas informáticas con que cuenta Guadalínx: el procesador de textos Openoffice, el generador de presentaciones Impress, el editor de partituras Rosegarden, el generador de páginas webs Mozilla Editor, el grabador y editor de sonidos Audacity y el grabador y editor de videos Kino. De manera progresiva el alumnado.</p> <p>La participación en los <i>chats</i> en general no ha sido la esperada, debido a que la considera más una herramienta "para jugar" que "para aprender". Debemos tener en cuenta la experiencia positiva que ha tenido lugar con las tutorías virtuales. Hemos establecido algunos días y horas de conexión y nos hemos tutorizado desde el chat de la plataforma desde nuestras casas. Aquí, los resultados obtenidos han sido bastante positivos debido a que el alumnado preguntaba y se interesaba de manera intensa acerca de aquellas cuestiones y dudas que se le planteaban. Además sirvió como sondeo de opinión y entrevista virtual sobre el trabajo realizado.</p>
<p><i>Enlaces webs interesantes</i></p> <p>El alumnado ha hecho un uso escaso de los enlaces webs interesantes. El motivo es debido a que esos mismos enlaces (buscadores y páginas webs), los ha empleado pero desde fuera de la plataforma educativa, por lo que el uso de los mismos no ha sido contabilizado.</p>
<p><i>Exámenes de la unidad</i></p> <p>En cuanto a los resultados de los exámenes de la unidad vemos que a medida que el alumnado repite los exámenes mejora sus calificaciones. En muchos casos pasa de suspender los exámenes la primera vez que los realiza a superarlos cuando los repite varias veces y mejora sus calificaciones.</p>
<p><i>Examen final</i></p> <p>El alumnado ha realizado los exámenes de las lecciones y finales en su mayoría. Además en las entrevistas realizadas a los mismos observamos que se han sentido motivados y con actitudes positivas de cara al aprendizaje mediante este tipo de exámenes.</p>

Tabla 20. Resultados de la evaluación cualitativa de la plataforma educativa.

### 3.2. Evaluación cuantitativa: Minería de datos educativos musicales

A la hora de estudiar el proceso de uso de la plataforma, además del estudio de los datos de la plataforma educativa a través de sistemas de categorías (evaluación cualitativa) también empleamos las novedosas técnicas de la *Minería de datos educativos*, orientadas a la obtención de modelos estadísticos descriptivos y predictivos a partir de la ingente cantidad de registros filtrados a partir las casi doscientas tablas y unos 50.000 registros, con que cuenta nuestro soporte informático dentro del Modelo Bordón correspondientes al curso 2005/2006. Dichas técnicas abarcan tareas de *preproceso de la información, proceso y postproceso* tal y como nos referimos en la forma de evaluación que íbamos a seguir en el apartado teórico del presente trabajo.

*Una de las tareas más costosas y complejas de nuestro trabajo ha sido la limpieza y selección de variables de estudio significativas de las tablas, donde recopilamos toda la información de la actividad de la plataforma. Una vez realizada esa selección de variables de estudio pasamos a la modelización aplicando técnicas de análisis estadístico.*

El cuanto al análisis cuantitativo que hacemos del proceso de uso de la herramienta que denominamos plataforma educativa-musical, destacamos la utilización del *software SPSS (versión 15), SPSS Clementine (versión 11.1), Weka (versión 1.0) y Statistica (versión 7.0)*, que orientamos al análisis estadístico para la consecución de un modelo de gestión del conocimiento musical basado en las TIC, que tal y como plantemos en el marco teórico está basado en la teoría sociocultural. Una de las tareas que usamos en nuestro trabajo de evaluación del proceso de aplicación de dicho modelo consiste en la elaboración de varios modelos o patrones estadísticos, así como procedimientos variados dentro de la minería de datos musicales como: conglomerado, clasificación, árboles de decisión y visualización gráfica de los datos. Este proceso, constituye una metodología de investigación integral y transportable por su estructura flexible y apta para trabajar con plataformas de teleformación desde la investigación evaluativa de objetos de aprendizaje musical online y otras áreas del conocimiento (lengua, matemáticas, inglés, historia...), a través del estudio del uso de herramientas telemáticas como foro, lecciones y el registro general de actividad musical.



Para la *construcción de cada modelo estadístico*, partimos de una primera fase de entrenamiento, validación y comprobación del modelo. Para el entrenamiento, hacemos uso de un 33% de los datos, para la comprobación empleamos el 33% de los datos y para la validación el 34% de los datos. En una segunda fase, una vez que conseguimos un buen modelo, preciso y fiable, que aparece con el símbolo de un diamante de color amarillo, pasamos a la aplicación del modelo confeccionado al total de los datos, o sea al 100% de los datos.

Cuando elaboramos un modelo estadístico, en minería de datos, requerimos de una configuración adecuada de dicho modelo para generar Modelos que midan con la suficiente precisión el comportamiento de los datos. En este gráfico que presentamos los nodos de modelos de calidad obtenidos para nuestros análisis:

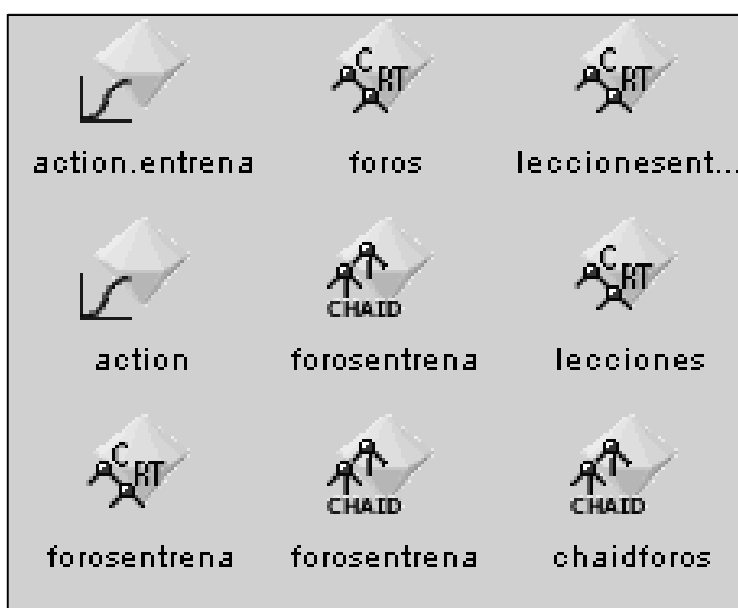


Imagen 18. Modelos estadísticos de calidad de SPSS Clementine.

El proceso de *configuración de los modelos estadísticos conlleva una tarea de selección de las técnicas que vamos a emplear en la confección de los mismos*. Para la obtención de estos modelos de calidad, necesitamos la selección de una fuente u origen desde donde tomamos y leemos los datos. En esta parte, todo tipo de nodos de cribado, limpieza, selección y reclasificación de variables es posible seleccionar. Nuestro trabajo, *supone un análisis previo de todos los datos recogidos en las casi 200 tablas y*

*un total de 100.000 registros*, que acumulan la información de la plataforma musical y una selección de aquellas variables de estudio que contienen información significativa para nuestra investigación.

A continuación mostramos las tres fases en las que dividimos el trabajo en minería de educativos con nuestra plataforma educativa-musical: preproceso, proceso y postproceso de la información.

### 3.2.1. *Preproceso: Estadísticos descriptivos básicos, selección de variables y agrupamientos (cluster)*

#### 3.2.1.1. Resultados descriptivos básicos de la actividad en la plataforma

En primer lugar, procedemos a la copia de seguridad de las tablas recogidas en la plataforma Moodle. Con los permisos requeridos para acceder a esa información como creadores de cursos, podemos grabar en nuestro disco duro las tablas que sometemos a estudio. Una de las tareas básicas en el preprocesado de la información de la plataforma, es la aplicación de estadísticos básicos con el programa SPSS, conocida solución comercial orientada a la investigación y el trabajo estadístico en ciencias sociales y de la salud.

##### *a) Estudio de la actividad en la plataforma del profesor-investigador y el alumnado*

El 20,2 por ciento (9.934 registros) de la actividad de la plataforma es la realizada por el profesor y el 79,8 por ciento (39.161 registros) por el total del alumnado, es decir, una cuarta parte, aproximadamente de la actividad global. A continuación mostramos estos datos en una tabla y un gráfico de barras. El número total de registros de las tablas de la plataforma educativa es de 49.095, contando con la actividad del profesor y del alumnado.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulado
Validos	Profesor	9934	20,2	20,2	20,2
	Alumnado	39161	79,8	79,8	100,0
	Total	49095	100,0	100,0	

Tabla 22. Frecuencia de participación en la plataforma del profesor y el alumnado.

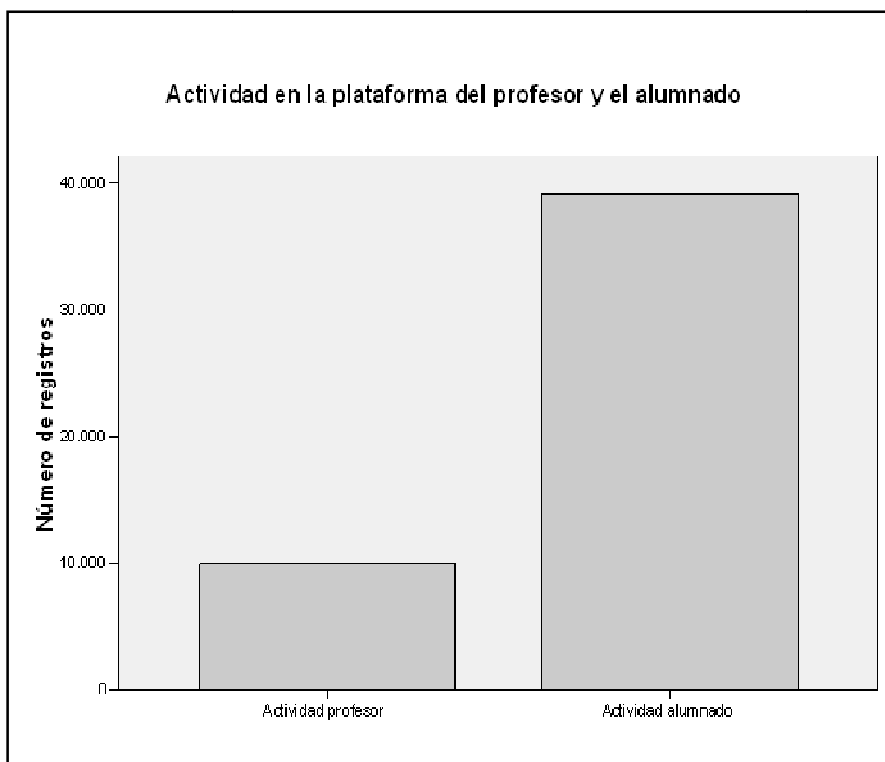


Gráfico 19. Actividad del profesor y del alumnado.

*b) Estudio de la actividad en la plataforma por cursos (profesor-investigador y alumnado)*

En primero el porcentaje participación del 20,8 por ciento (10.182 registros), en segundo el 27,9 por ciento (13.362), en tercero el 38,6 por ciento (18.914) y en cuarto el 12,8 (6.270 registros). A continuación mostramos estos datos en una tabla y un gráfico de barras.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Validos	1°	10182	20,8	20,8	20,8
	2°	13662	27,9	27,9	48,6
	3°	18914	38,6	38,6	87,2
	4°	6270	12,8	12,8	100,0
	Total	49028	100,0	100,0	

Tabla 22. Actividad de la plataforma educativa-musical distribuida por cursos.

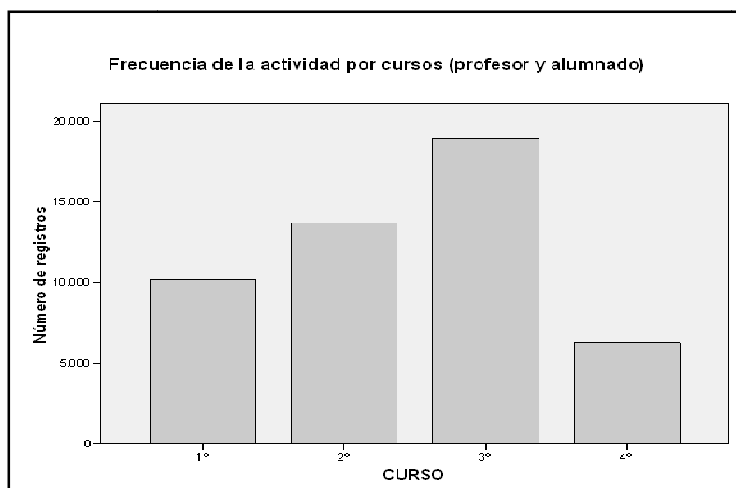


Gráfico 20. Gráfico de barras con la actividad de la plataforma por cursos.

### 3.2.1.2. Reducción y selección de variables de los registros de la plataforma

Tras la tarea de exploración de las tablas de la plataforma educativa, concluimos que aquellas variables que nos arrojan una información más valiosa en nuestra investigación son: *userid* (código numérico que identifica al alumnado participante en la plataforma educativa), *course* (curso del usuario/a, primero, segundo, tercero o cuarto de ESO), *module* (módulo de la plataforma utilizado: foro, chat, lección, cuestionario...), *action* (acción realizada dentro de cada módulo de la plataforma: ver, subir archivo, descargar...), *post* (número de mensajes enviados a los foros), *quiz* (realizar test de conocimientos musicales), *grade* (puntuación obtenida por los usuarios/as en las distintos módulos de la plataforma: foros, lecciones o cuestionarios). A continuación mostramos en un gráfico las variables de estudio de la plataforma educativa-musical:

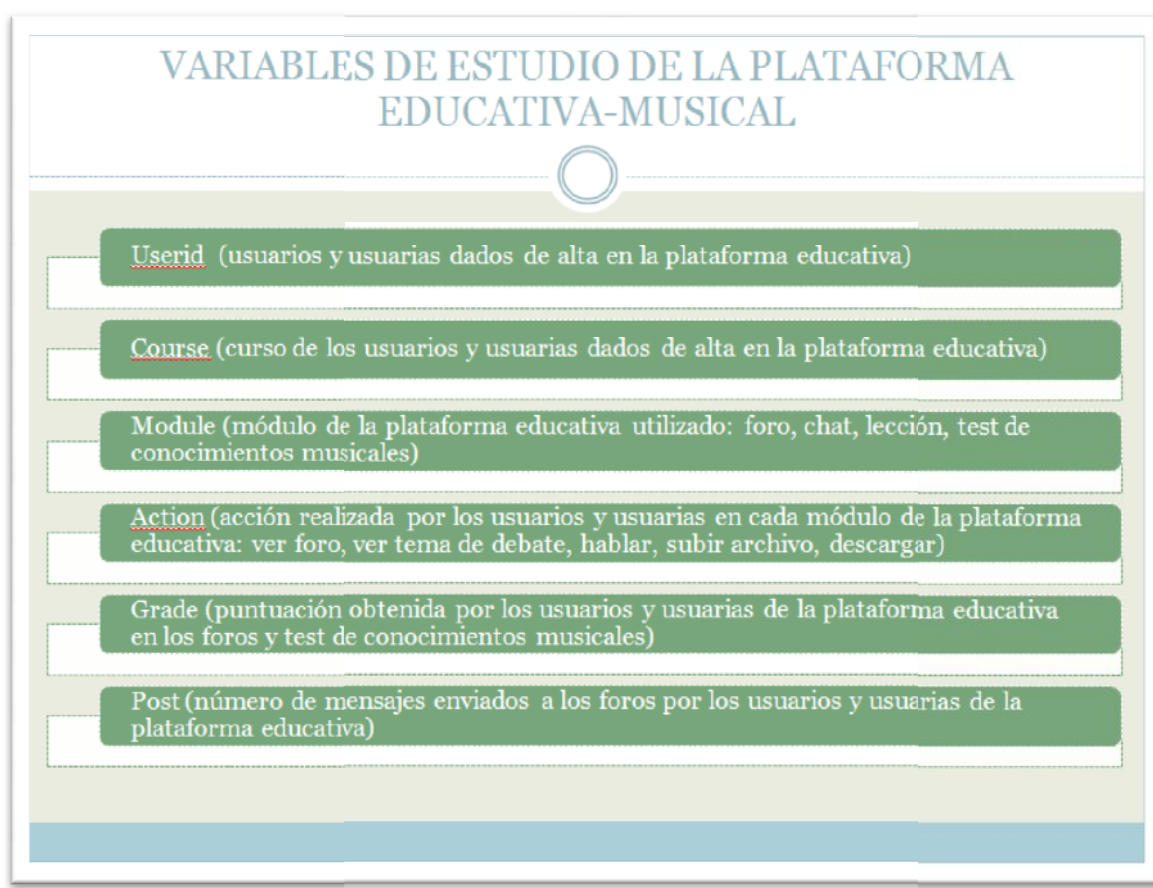


Gráfico 21. Variables de estudio de la plataforma educativa-musical.

Las tareas de minerización musical que planteamos, consisten en la extracción de patrones de comportamiento de la información registrada en la base de datos de nuestra plataforma educativa. Dichas tareas, se basan en aprehender conocimiento útil y significativo (partiendo de los datos almacenados en las tablas de registro de actividad de nuestro soporte informático), mediante la aplicación de modelos estadísticos variados. En nuestro trabajo, las posibilidades de aplicación del data mining son interminables. Dentro de la evaluación del proceso, nos limitamos a exponer algunas técnicas exploratorias, gráficas y clasificatorias, pero existen otras tareas complementarias que aparecen explicados en los anexos que son susceptibles de utilización y aplicación.

*El procedimiento que seguimos a hora de construir los modelos consiste en primer lugar en Entrenar (33% de los datos), validar (33% de los datos) y comprobar (34% de los datos) la fiabilidad y solidez del modelos. En segundo lugar procedemos a la aplicación de los modelos al total (100%) de los datos.*

*A la hora de estudiar el uso de la plataforma educativa musical aplicamos un método que consiste en extraer la información de la base de datos del soporte informático empleado (Moodle), aplicar estadísticos descriptivos básicos que nos dan información sobre elementos esenciales para posteriores análisis. A continuación, limpiamos los datos y elegimos aquellas tablas, registros y variables de estudio que consideramos más importantes. Luego, aplicamos modelos de reducción de la dimensionalidad, modelos de segmentación, modelos de clasificación y por último, reglas de asociación. La modelización consiste en dos fases: entrenamiento, validación y comprobación de la consistencia del modelo y la aplicación del modelo hallado al total de la muestra.*

*En cuanto al tiempo invertido en la generación de los modelos, en ningún caso supera los 5 segundos, lo cual nos posibilita una gran cantidad de combinaciones y variaciones en el análisis hasta alcanzar un modelo óptimo.*

### **3.2.1.3. Cluster de partición (K-medias)**

#### *a) Modelo k-medias de las variables curso y módulo*

El objetivo del *Modelo estadístico K-Medias* (Sierra, 2006; Proyecto Weka, 2007) es extraer información relevante acerca de los conglomerados o clústeres que agrupan en distintas categorías aquellos datos con un comportamiento parecido o similar.

En la siguiente imagen mostramos los conglomerados obtenidos tras la aplicación del Modelo K-Medias, el cual ofrece la siguiente salida: *conglomerado 1* con 6.766 registros, la variable curso con una media de 2,421 y la variable módulo 0% de actividad en chat, foro, lección, cuestionario y enlace web; *conglomerado 2* con 1.659 registros, la variable curso con una media de 1,44 y la variable módulo con el 100% de actividad en cuestionario; *conglomerado 3* con 1.939 registros, la variable curso con una media de 3,196 y la variable módulo con un 100% de actividad en cuestionario; *conglomerado 4* y *conglomerado 8* con tan sólo 159 registros y 133 registros respectivamente, siendo los conglomerados menos numerosos en cuanto a la cantidad

de registros; *conglomerado 5* con 2.704 registros, la variable curso con una media de 2,322 y la variable módulo con el 100% de la actividad en lección; *conglomerado 7* con 1.343 registros, la variable curso con una media de 3,239 y la variable módulo con un 100% de la actividad en lección; *conglomerado 9* con 3.612 registros, la variable curso con una media de 1,593 y la variable módulo con un 100% de la actividad en foro; *conglomerado 10* con 4.568 registros, la variable curso con una media de 3,273 y la variable módulo con un 100% de la actividad en foro.



Imagen 15. Modelo k-medias con las variables curso y módulo de la plataforma educativa-musical (confeccionado con el programa SPSS Clementine).

Seguidamente, mostramos en un gráfico de barras el número de registros de cada uno de los conglomerados hallados:



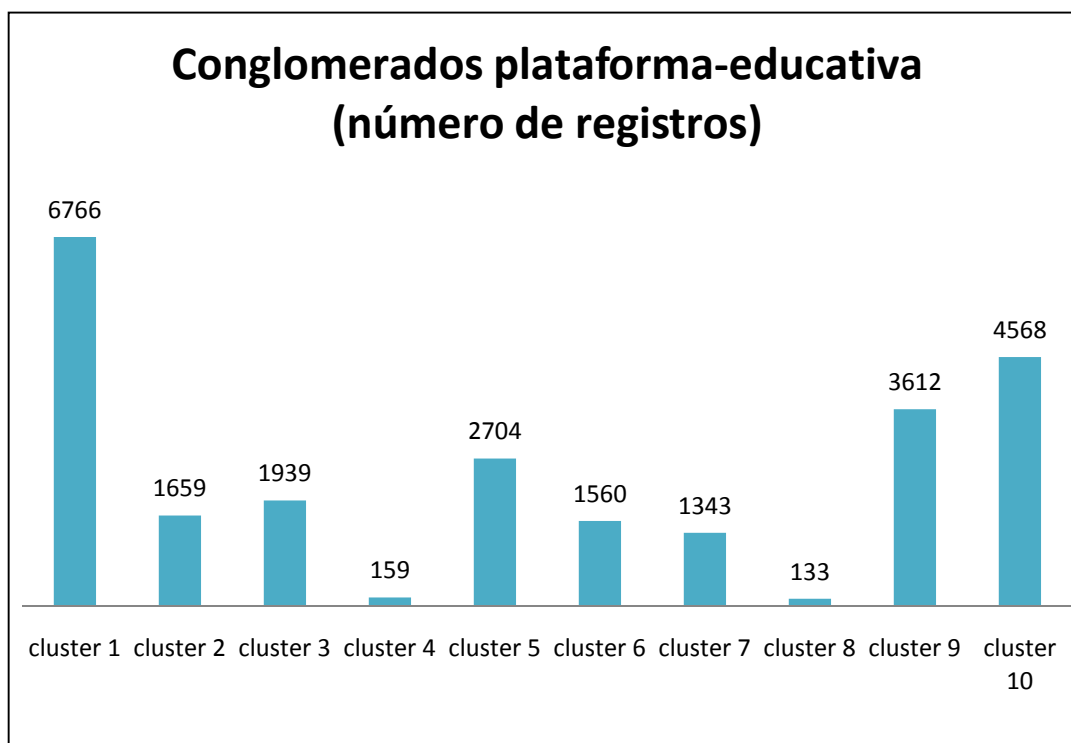


Gráfico 22. Conglomerados de la plataforma educativa (número de registros).

Tras la aplicación de esta tarea de minerización descubrimos un conglomerado que denota una actividad deficiente o anormal en segundo de la ESO (6.766 registros), lo cual nos permite tomar decisiones de cara a la monitorización de problemas de aprendizaje en determinados grupos como incluir actividades de refuerzo y revisar estos grupos anómalos de forma periódica con el objetivo de ver su evolución en cuanto a su estilo y deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Tal y como mostramos a continuación, los registros nos contemplan actividad en módulos fundamentales como los foros, las lecciones musicales basadas en los de la programación de la asignatura, el empleo de recursos webs para la búsqueda de información musical, el chat para el intercambio de la información o los test conocimientos musicales.

### 3.2.2. *Proceso: Clasificación y árboles de decisión*

En este apartado del trabajo empleamos técnicas estadísticas y modelos basados en la minería de datos educativa, con distintas técnicas destinadas a la obtención de información relevante de los datos de la plataforma con el objeto de extraer modelos de clasificación.

En primer lugar presentamos una serie de modelos basados en árboles de decisión. Cuando representamos el árbol de decisión, mostramos gráficamente los datos del modelo. El peso que aparece expresado en porcentajes, está en relación con el total de la muestra, de todos los registros y variables de la tabla a la que aplicamos los modelos de minería de datos educativos. Por lo tanto, reflejamos los datos referentes al porcentaje que refleja el peso del dato de salida del árbol, en el total de la muestra, el número de registros que contiene y la importancia de cada división así como su valor de salida pronosticado.

#### *a) Árbol de clasificación y regresión (CRT) del registro general de actividad*

El objetivo de la aplicación del Modelo basado en árbol de clasificación y regresión (CRT) es generar un árbol de decisión que permite pronosticar o clasificar observaciones futuras (Sierra, 2006). El método utiliza la partición reiterada para dividir los registros de entrenamiento en segmentos minimizando las impurezas en cada paso, donde un nodo se considera “puro” si el 100% de los casos del nodo corresponden a una categoría específica del campo objetivo. Los *campos objetivo y predictor pueden ser de rango o categóricos*. Todas las divisiones son binarias (sólo se crean dos subgrupos)<sup>1</sup>.

El modelo de árbol de decisión, CRT, en la fase de aplicación del modelo creado previamente al total de los datos de la muestra, presenta la siguiente distribución:

---

<sup>1</sup> Archivo de ayuda de SPSS Clementine 11.1.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulos forum-label-survey-upload, la moda es la acción <i>view discussion</i> con 16.641 registros. Se desglosa en <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 13, donde la moda es la acción <i>view forum</i>, con 3.048 registros y el 0,367% y</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 14, donde la moda es la acción <i>view discussion</i> con 13.593 registros y el 0,485%</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulos chat-course-lesson-quiz-resource-user, donde la moda es la acción <i>view</i> con 32.444 registros. Se desglosa en <ul style="list-style-type: none"> <li>○ el módulo chat, donde la moda es la acción <i>talk</i> con 5.369 registros y el 0,786% y</li> <li>○ los módulos course-lesson-quiz-resource-user, donde la moda es la acción <i>view</i> con 27.075 registros.</li> </ul> </li> </ul>

Tabla 24. Datos clasificados mediante el modelo CRT.

La información más destacada que nos aporta la aplicación del modelo CRT de división binaria, al total de los datos del registro general de actividad de la plataforma es que los usuarios aparecen:

En una primera rama de clasificación, donde destaca el módulo foro hacen un uso mayoritario de la acción *ver tema de discusión de los foros* (acción exploratoria), con 13.593 registros, y en segundo lugar hacen uso de la acción *ver foros del curso* (acción exploratoria), con 16.641 registros.

En una segunda rama de clasificación, donde destacan el módulo chat, lección, recurso y test de conocimientos musicales, el valor mayoritario en el chat lo acumula la acción *hablar*, o sea, el escribir en el chat y en los módulos lección, enlace web para la búsqueda de la información en Internet y test de conocimientos musicales el valor mayoritario lo acumula la acción *ver*.

En definitiva, vemos que la mayor parte del trabajo que se realiza en la plataforma es de tipo exploratorio, el cual acumula la mayor cantidad de registros de uso.

#### *b) Algoritmo de modelado mediante árboles de clasificación C5.0 del registro general de actividad de la plataforma*

El objetivo de la aplicación del modelo C5.0 es generar un árbol de decisión o un conjunto de reglas. El modelo divide la muestra basándose en el campo que ofrece la

máxima ganancia de información en cada nivel. *El campo objetivo debe ser categórico.* Se permiten varias divisiones en más de dos subgrupos.

El modelo C5.0 aplicado al proceso de uso de la plataforma educativa-musical presenta la siguiente clasificación de los datos registrados en las tablas:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo chat, la moda es la acción <i>talk</i> con 5.369 registros. Se desglosa en             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 4, donde la moda es la acción <i>report</i> con 422 registros. Se divide en</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 5, donde la moda es la acción <i>talk</i> con 4.497 registros y el 0%</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo course-resource, la moda es la acción <i>view</i> con 10.157 registros y el 0,905%</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo forum, la moda es la acción <i>view discussion</i> con 16.496 registros. Se desglosa en             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 5, donde la moda es la acción <i>view forum</i> con 2.415 registros y</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 6, donde la moda es la acción <i>view discussion</i> con 14.081 registros.</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo label, la moda es la acción <i>add</i> con 8 registros y el 0%</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo lesson, la moda es la acción <i>start</i> con 5.728 registros. Se desglosa en             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> 1, 2 y 3, donde la moda es la acción <i>update</i> con 136 registros y el 0% y</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 4, donde la moda es la acción con 5.592 registros</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo quiz, la moda es la acción <i>view</i> con 7.303 registros. Se desglosa en             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 4, donde la moda es la acción <i>view</i> con 763 registros. Se divide en</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 5, donde la moda es la acción <i>view</i> con 6.540 registros y el 0,394%</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo survey, la moda es la acción <i>view form</i> con 118 registros. Se desglosa en             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 21, donde la moda es la acción <i>view report</i> con 43 registros y el 0,512% y</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 22, donde la moda es la acción <i>view forum</i> con 75 registros. Se divide en</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo upload, la moda es la acción <i>upload</i> con 19 registros y el 0%</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo user, la moda es la acción <i>view</i> con 3.887. Se desglosa en             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 5, donde la moda es la acción <i>view all</i> con 1.771 registros y el 0,639% y</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 6, donde la moda es la acción <i>view</i> con 2.116 registros y el 0,819%</li> </ul> </li> </ul>

Tabla 25. Clasificación de los datos de registros de actividad general de la plataforma mediante el modelo de árbol de clasificación CRT.

Seguidamente, mostramos en un gráfico de barras la clasificación realizada por el Modelo CRT con los registros de la plataforma educativa:

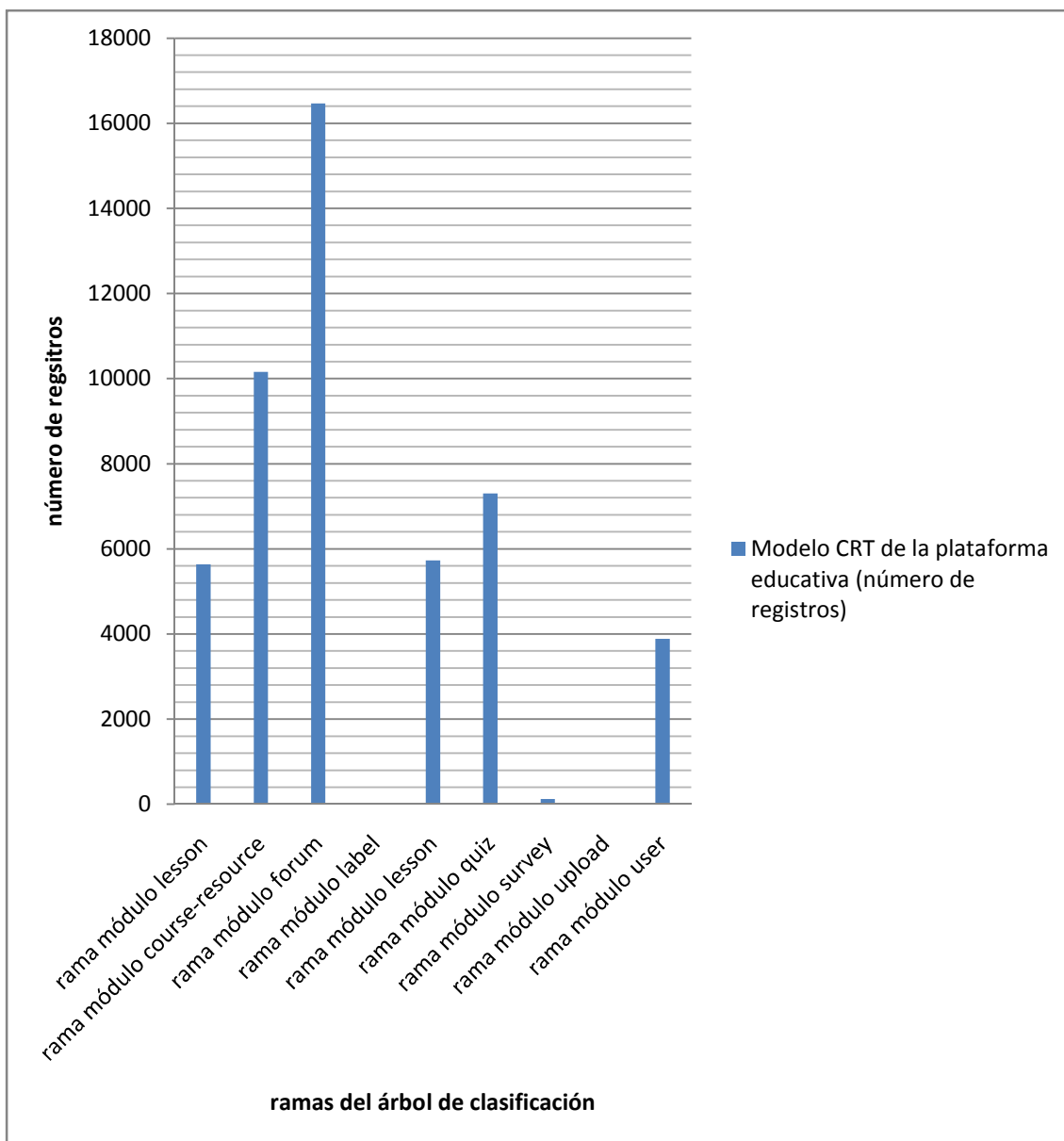


Gráfico 23. Modelo CRT de la plataforma educativa (número de registros)

Destacamos que en una aparece el módulo *upload*, que se corresponde con tareas de gestión de la plataforma por parte del profesor de la materia. Ésta en concreto, consiste en subir o actualizar archivos para trabajar con la plataforma educativa musical, con tan solo 19 registros. Además, mediante este modelo confirmamos la misma información que en el modelo anterior, destacan las acciones exploratorias como *ver o ver tema de debate del foro* y en el chat la acción *hablar*.

c) *Algoritmo de modelado mediante árboles de clasificación CHAID del registro general de actividad de la plataforma educativa*

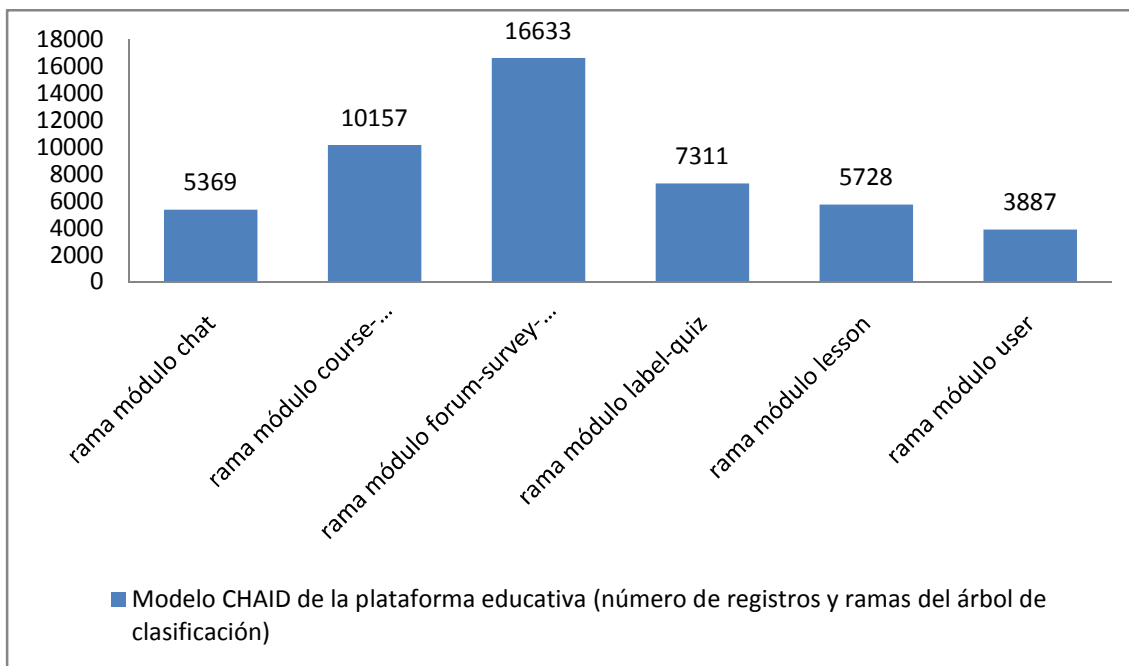
El objetivo de la aplicación del Modelo CHAID (Sierra, 2006; Romero et al., 2005) es *generar árboles de decisión utilizando estadísticos de Chi-cuadrado para identificar las divisiones óptimas. A diferencia de los nodos C&RT y QUEST, CHAID puede generar árboles no binarios, lo que significa que algunas divisiones tendrán más de dos ramas.* Los campos objetivo y predictor pueden ser de rango o categóricos. CHAID exhaustivo es una modificación de CHAID que examina con mayor precisión todas las divisiones posibles, aunque necesita más tiempo para realizar los cálculos.

A continuación mostramos en una tabla los datos obtenidos tras la aplicación del modelo CHAID (segmentación) del conjunto de los 49.095 registros de la plataforma educativa:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama chat, la moda es la acción <i>talk</i> con 5.369 registros. Se desglosa en               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 25, donde la moda es la acción <i>talk</i> con 1.025 registros y el 0,621%,</li> <li>○ <i>userid</i> del 26 al 60, donde la moda es la acción <i>talk</i> con 1.941 registros y el 0,861%,</li> <li>○ <i>userid</i> del 61 al 95, donde la moda es la acción con 1.359 registros y el 0,775% y</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 96, donde la moda es la acción <i>talk</i> con 1.044 registros y el 0,824%</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo course-resource, la moda es la acción <i>view</i> 10.157 registros. Se desglosa en               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 3, donde la moda es la acción <i>view</i> con 3.753 registros y el 0,796% y</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 4, donde la moda es la acción <i>view</i> 6.404 registros y el 0,969%</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama forum-survey-upload, la moda es la acción 16.633. Se desglosa en               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 6, donde la moda es la acción <i>view forum</i> con 2.615 registros y el 0,356%</li> <li>○ <i>userid</i> del 7 al 60, donde la moda es la acción <i>view discussion</i> con 4.639 registros. Se divide en</li> <li>○ <i>userid</i> del 61 al 128, donde la moda es la acción <i>view discussion</i> con 7.298 registros. Se divide en</li> <li>○ <i>userid</i> a partir de 129, donde la moda es la acción <i>view discussion</i> con 2.081 registros y el 0,471%</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo label-quiz, la moda es la acción <i>view</i>, con 7.311 registros. Se desglosa en               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 3, donde la moda es la acción <i>view</i> con 771 registros y el 0,302%,</li> <li>○ <i>userid</i> del 4 al 109, donde la moda es la acción <i>view</i> 4.987 registros y el 0,384% y</li> <li>○ <i>userid</i> a partir del 110, donde la moda es la acción <i>view</i> con 1.553 registros y el 0,426%</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo lesson, la moda es la acción <i>start</i> con 5.728 registros. Se desglosa en               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>curso</i> del 1 al 3, donde la moda es la acción <i>start</i> con 5.086 registros y el 0,474% y</li> <li>○ <i>curso</i> 4, donde la moda es la acción <i>start</i> con 642 registros y el 0,403%</li> </ul> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En la rama módulo user, la moda es la acción <i>view</i> con 3.887 registros. Se desglosa en               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>userid</i> del 1 al 6, donde la moda es la acción <i>view all</i> con 1.784 registros y el 0,635%</li> <li>○ <i>userid</i> del 7 al 95, donde la moda es la acción <i>view</i> con 1.177 registros y el 0,894% y</li> <li><i>userid</i> a partir del 95, donde la moda es la acción <i>view</i> con 926 registros y el 0,722%</li> </ul> </li> </ul>

Tabla 26. Clasificación de los datos según el modelo de división múltiple CHAID.

Seguidamente, mostramos en un gráfico de barras la clasificación (CHAID) de los registros de la plataforma educativa:



Gráfica 24. Modelo CHAID (segmentación de la plataforma educativa).

Los resultados que obtenemos a partir de la aplicación de este modelo implican que el profesor de la asignatura, que tiene los registros de usuario del 1 al 6 en los diferentes cursos de la plataforma (en los que se ha debido matricular como un usuario más, por lo tanto con un número distinto, pero obviamente con privilegios de edición de los materiales de la plataforma a un nivel superior que el alumnado), destaca la opción *ver todo* (acción exploratorio general de la plataforma y su funcionamiento), y los usuarios a partir del 7, o del 7 en adelante, que es el alumnado de primero a cuarto de ESO, realiza la acción *ver* porque la *acción ver todo* sólo le está permitida (para visualizar todos los cursos de forma global) al creador del curso e investigador, con mayor grado de privilegios. Lo que denota que la minería de datos educativos que aplicamos nos muestra información acerca del proceso de uso de la plataforma por parte de los agentes implicados (profesorado y alumnado).

### 3.2.3. Postproceso: Reglas de asociación y visualización gráfica

#### 3.3.3.1. Reglas de asociación de las variables de estudio de la plataforma

##### a) APRIORI del registro de actividad de la plataforma educativa

El objetivo de la aplicación del Modelo estadístico *APRIORI* (Sierra, 2006; Romero et al, 2007) es extraer un conjunto de reglas de los datos y destaca aquellas reglas con un mayor contenido de información sobre el proceso de uso de la plataforma educativa. A priori ofrece cinco métodos diferentes para la selección de reglas y utiliza un sofisticado esquema de indización para procesar eficientemente grandes conjuntos de datos. En los problemas de mucho volumen, A priori se entrena más rápidamente que GRI, no tiene un límite arbitrario para el número de reglas que puede retener y puede gestionar reglas que tengan hasta 32 precondiciones. A priori requiere que todos los campos de entrada y salida sean categóricos, pero ofrece un mejor rendimiento ya que está optimizado para este tipo de datos.

El resultado que obtenemos tras la aplicación del Modelo estadístico APRIORI es que hallamos una única regla que nos indica que “si el antecedente es el módulo *userid*, con un 19,047% de grado de soporte y un 90,228% de grado de confianza el consecuente es la acción *view*”.

Consecuente	Antecedente	% de soporte	% de confianza
action = view	module = course	19,047	90,228

Tabla 27. Modelo APRIORI.

El resultado del análisis para la obtención de dicha regla nos arroja la siguiente información: contamos con 16.118 transacciones válidas, un soporte mínimo y máximo del 19,047%, confianza máxima y mínima del 90,228%.

En resumen, el modelo A PRIORI, viene a confirmar nuevamente que la acción exploratoria del tipo *ver* de la plataforma educativa es la más abundante de entre todas las registradas.



Este procedimiento estadístico basado en reglas de asociación a partir de los datos de la plataforma educativa, no sirve para confirmar y validar el resultado de los modelos estadísticos hallados anteriormente, que señalan que el tipo de actividad que más abunda en la plataforma educativa es de tipo exploratorio, hecho que justificamos por la falta de experiencia en la asignatura a la hora de trabajar con plataformas de teleformación.

### 3.2.3.2. Visualización gráfica de los datos de los datos de uso de la plataforma online

#### a) Gráfico de distribución de la variable *module*

Ahora mostramos un gráfico de distribución de la variable *module* con los porcentajes y el recuento de los registros:



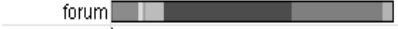

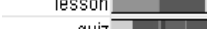

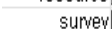


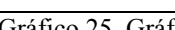
Valor	Proporción	%	Recuento
chat		10,94	5369
course		19,46	9554
forum		33,61	16496
label		0,02	8
lesson		11,67	5728
quiz		14,88	7303
resource		1,23	603
survey		0,24	118
upload		0,04	19
user		7,92	3887

Gráfico 25. Gráfico de distribución de la variable *module*.

Seguidamente, el gráfico que mostramos a continuación señala la frecuencia de cada una de las acciones posibles dentro de cada modulo de la plataforma educativa-musical: los foros con el 33.61% (16.496 registros), el registro y acceso al curso del alumnado, que se encuentra en la plataforma, para trabajar con el 19.46% (9.554 registros), las lecciones de trabajo musical con los contenidos programados para cada curso con el 11.67% (5.728 registros), la realización de los tests de conocimientos musicales con el 14.88% (7.303 registros), el chat de intercambio de información musical con el 10.94 % (5.369 registros) y el uso de enlaces webs que facilitan el trabajo con la plataforma con el 1.23% (603 registros).

b) Malla direccional de las variables *module* y *action*

Los nodos Malla se utilizan para ilustrar la fuerza de las relaciones existentes entre los valores de dos o más campos simbólicos. Las conexiones se muestran en un gráfico con distintos tipos de líneas para indicar conexiones de creciente fuerza.

Desde la variable *module* (módulo) a la variable *action* (acción). Las líneas más gruesas indican un índice mayor de relación y las más débiles un menor índice de relación.

A continuación mostramos las tablas con los índices de enlaces entre los módulos de la plataforma y las acciones realizadas.

Enlaces fuertes		
Enlaces	Campo 1	Campo 2
8.663	module = "course"	action = "view"
7.433	module = "forum"	action = "view discussion"
5.310	module = "forum"	action = "view forum"
4.221	module = "chat"	action = "talk"
2.807	module = "quiz"	action = "view"
2.671	module = "lesson"	action = "start"
2.665	module = "lesson"	action = "view"
2.351	module = "user"	action = "view"
1.477	module = "forum"	action = "add post"
1.413	module = "user"	action = "view all"
1.229	module = "quiz"	action = "attempt"
1.144	module = "quiz"	action = "review"
1.134	module = "quiz"	action = "close attempt"
1.105	module = "forum"	action = "user report"
891	module = "chat"	action = "view"
585	module = "forum"	action = "view forums"
526	module = "resource"	action = "view"
339	module = "course"	action = "user report"
302	module = "quiz"	action = "continue attempt"
260	module = "quiz"	action = "view all"
244	module = "course"	action = "update mod"
232	module = "quiz"	action = "report"
220	module = "lesson"	action = "view all"
213	module = "forum"	action = "delete discussi"

Enlaces medios		
Enlaces	Campo 1	Campo 2
34	module = "course"	action = "recent"
24	module = "course"	action = "editsection"
24	module = "resource"	action = "update"
23	module = "survey"	action = "view graph"
22	module = "survey"	action = "view report"
19	module = "upload"	action = "upload"
18	module = "course"	action = "add mod"

Enlaces débiles		
Enlaces	Campo 1	Campo 2
14	module = "user"	action = "login"
12	module = "survey"	action = "view all"
11	module = "course"	action = "update"
11	module = "survey"	action = "submit"
10	module = "course"	action = "report log"
10	module = "course"	action = "unenrol"
8	module = "resource"	action = "add"
8	module = "forum"	action = "subscribe"

Tabla 28. Enlaces fuertes, medios y débiles de las variables *module* y *action*.

- Malla direccional con diseño circular que muestra el enlace fuerte entre el módulo *course* y la acción *view*:

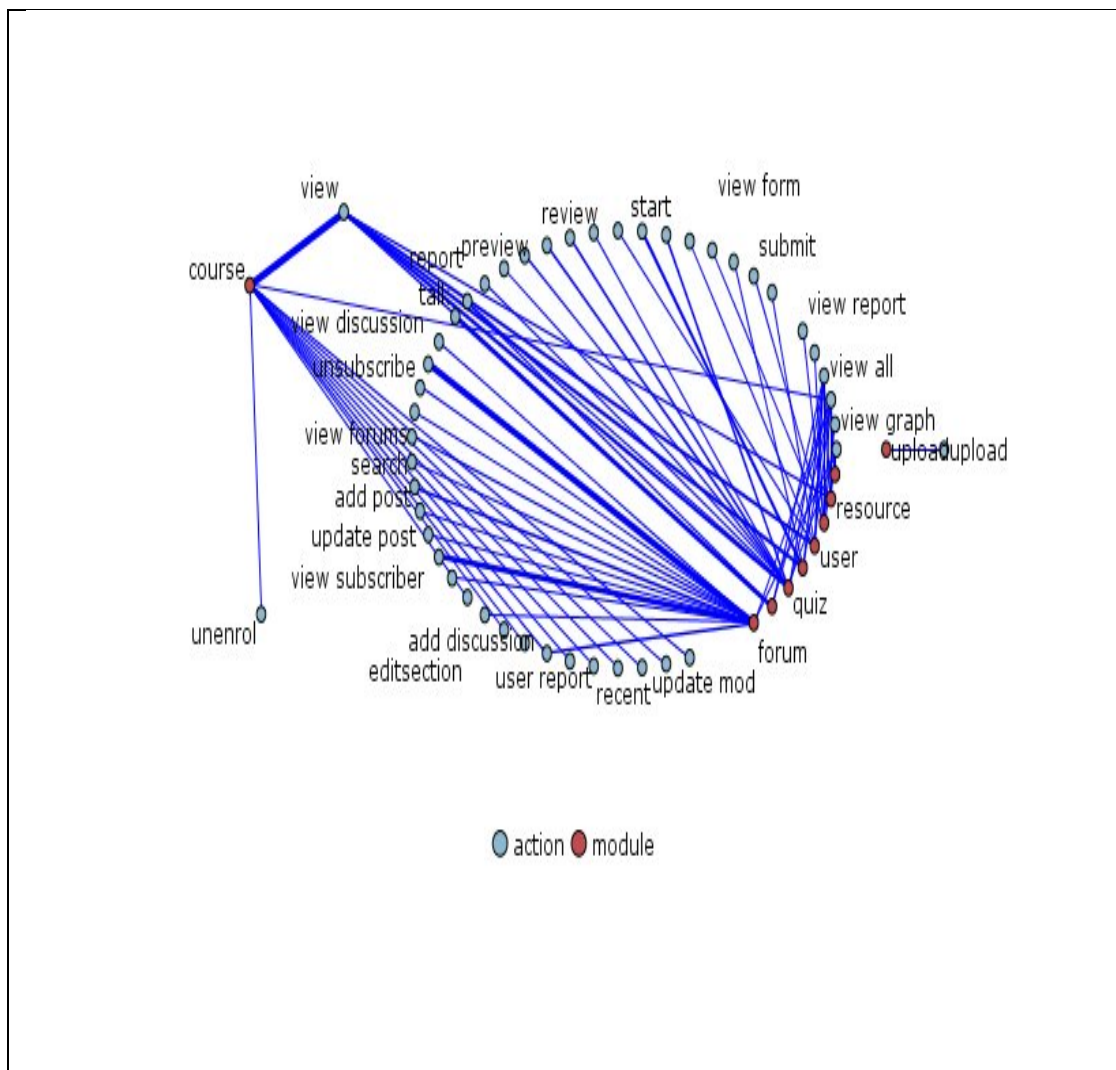


Gráfico 26. Enlace fuerte entre el módulo *course* y la acción *view* (confeccionado con el programa SPSS Clementine 11.1)

- Malla direccional con diseño de red que muestra el enlace fuerte módulo *forum* y la acción *view discusión*:

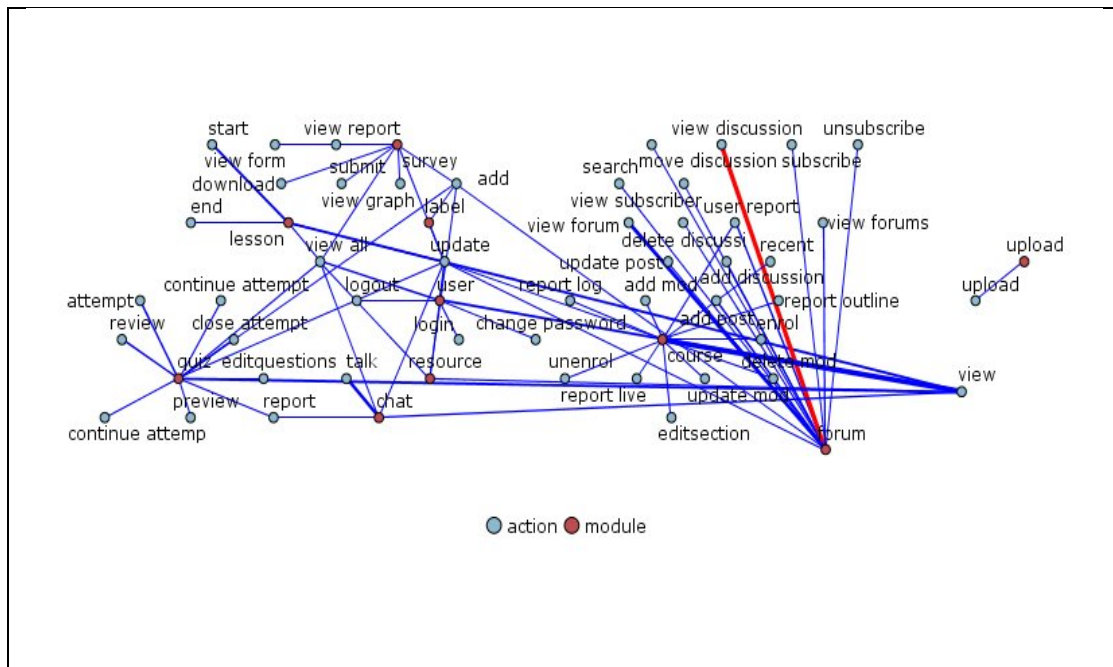


Gráfico 27. Enlace fuerte módulo *forum* y la acción *view discusión*.

- Malla direccional con diseño rectangular que muestra los Enlaces fuerte entre el módulo *forum* y la acción *view discusión*:

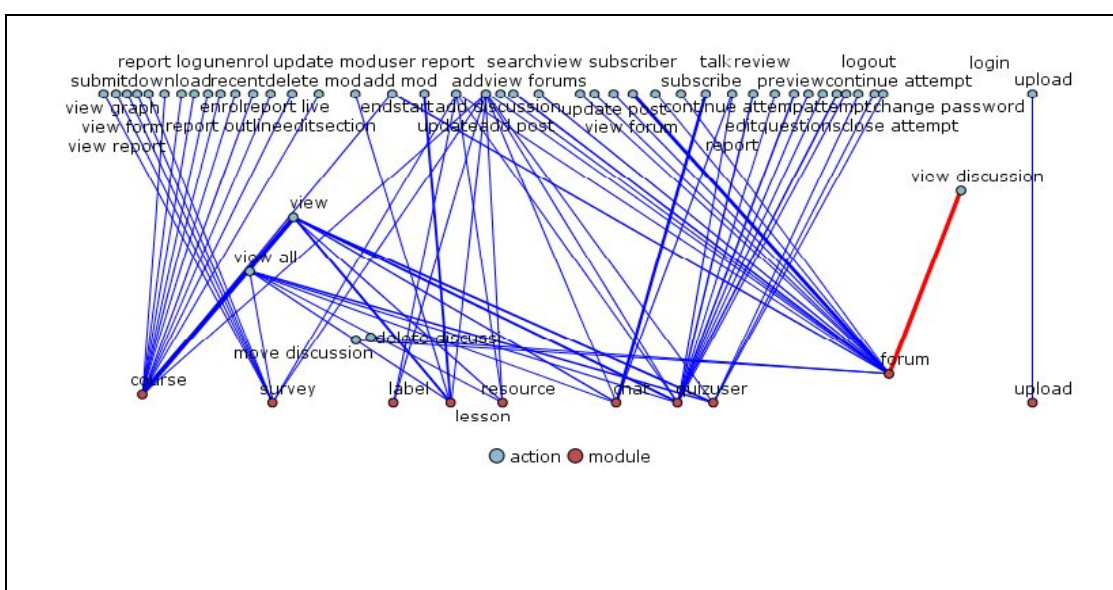


Gráfico 28. Malla rectangular que muestra los Enlaces fuerte entre el módulo *forum* y la acción *view discusión*.

En definitiva, este gráfico de malla direccional nos refleja que la acción más abundante es *ver foros* y *ver los temas de discusión de los foros*, debido al mayor grosor de la línea que los une, tanto a la acción como el módulo. Tras la visualización de las tablas con los datos también aclaramos que los enlaces fuertes entre los nodos son de tipo de exploratorio (acción ver) y los enlaces débiles son tareas de gestión de la propia plataforma educativa como eliminar la matrícula de algún usuario o añadir un recurso web de enlace para facilitar la búsqueda de información de los/as usuarios/as de la plataforma.

c) *Gráfica 3D Scatterplot de la actividad general de la plataforma por cursos*

En la siguiente gráfica de actividad general de la plataforma educativa-musical, destacamos que la actividad más intensa, dentro del proceso de uso de la plataforma se refleja en el tercer curso de la secundaria por la mayor concentración de puntos dentro de la gráfica tridimensional.

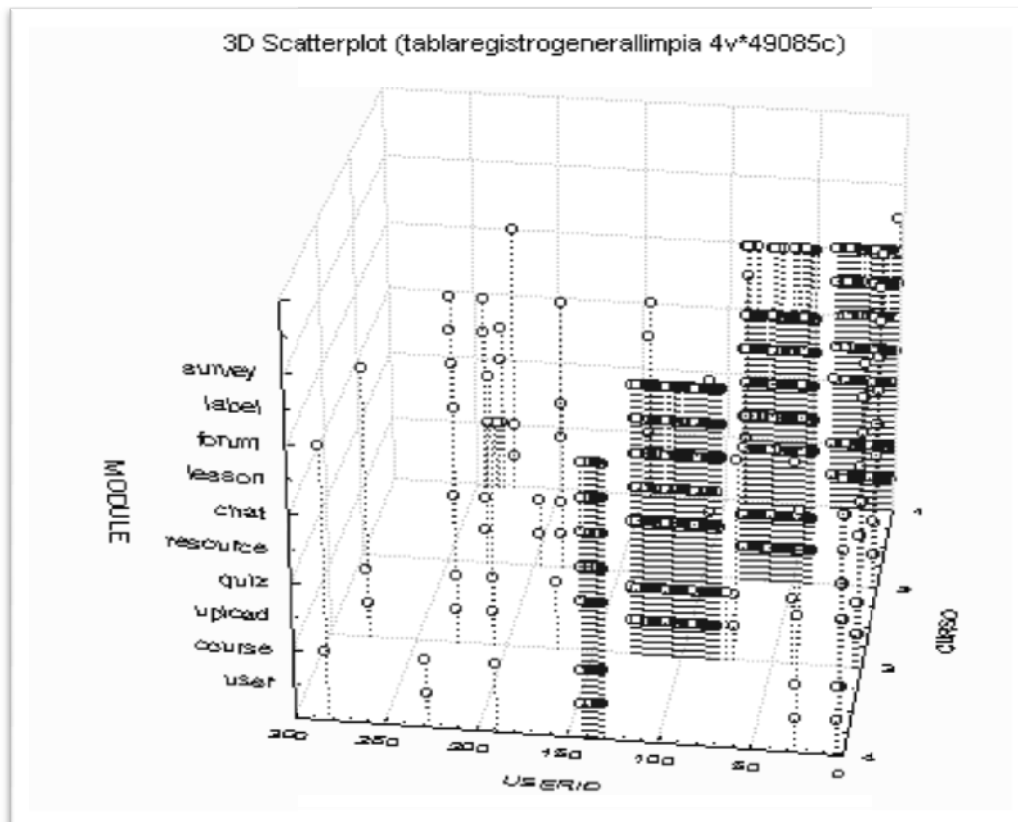


Gráfico 29. 3D Scatterplot referido a las variables *userid*, *module* y *course* (confeccionado con el programa Statistica 7.0).

A continuación y para finalizar el apartado destinado a la minería de datos educativos, mostramos una serie de puntos que sintetizan los resultados obtenidos:

1. *De mayor a menor frecuencia de uso de la plataforma* los cursos son: tercero de la ESO, segundo de la ESO, primero de la ESO y cuarto de la ESO. Una de las posibles justificaciones de los bajos niveles de actividad en el cuarto curso, las deducimos del perfil del alumnado que cursa la materia, el cual frecuenta resultados académicos más bajos. A partir de estos resultados, detectamos ciertas anomalías en determinados grupos, que no siguen un patrón de comportamiento normalizado en su aprendizaje y conforme a la mayoría.

2. El profesor-investigador de la asignatura desempeña aproximadamente una quinta parte de la actividad registrada en la plataforma (un 20% más o menos), quedando las otras cuatro quintas partes registradas por el alumnado. El tiempo de aplicación de la plataforma, aunque ha sido suficiente para nuestra investigación debe continuar para aumentar la frecuencia de uso de la plataforma educativa-musical online por parte del alumnado. Un mayor uso, desde las casas incrementaría notablemente esta cierta desproporción entre la actividad del profesor en la plataforma y el conjunto del alumnado de primero a cuarto de ESO. En ese sentido y para potenciar el uso de nuestra herramienta informática, realizamos dos tutorías virtuales, una al final del segundo trimestre del curso y otra al final del tercero a través del chat de intercambio de la información.

3. Los módulos de la plataforma educativa, ordenados de mayor a menor frecuencia de uso son: foros, lecciones musicales, exámenes musicales, chat, enlaces con información musical, tal y como reflejan los registros acumulados en cada uno de ellos.

4. Las acciones que presentan una mayor frecuencia de uso son las de tipo exploratorio, como *ver foros* o *ver temas de debate de los foros*. En el caso de los chats, la acción mayoritaria es *hablar*. El motivo por el que destacan las acciones de tipo exploratorio, no sólo aparecen justificadas porque es la acción previa a cualquier otra en la plataforma sino porque vemos que la herramienta resulta novedosa y requiere de un mayor uso e implantación no sólo en nuestra área sino también en las demás: lengua, matemáticas, historia, plástica, educación física, para que el alumnado potencie su mejor y mayor uso

dentro de las clases diarias que se imparten en los centros educativos y que pueden contar con una herramienta, como la plataforma educativa online para seguir trabajando, no sólo desde el centro sino también desde nuestra propia casa.

5. Los resultados obtenidos sobre uso de la sala de reuniones virtuales (chat) muestra que es una potente herramienta de aprendizaje y que el nivel de uso de la misma ha sido satisfactorio, tal y como reflejan los registros acumulados en este módulo.

6. Los modelos tipo cluster como el K-medias nos permiten conocer grupos de inactividad y aprendizaje deficiente, así como anomalías en la adquisición de conocimiento, clasificando al alumnado según su nivel de uso de los módulos de aprendizaje musical en red como son: el chat de intercambio de la información, los tests de conocimientos musicales, los enlaces webs para la búsqueda de la información o las lecciones musicales con los contenidos programados en el curso.

7. Las técnicas, algoritmos y modelos estadísticos que empleamos en nuestro estudio validan la hipótesis de que el tipo de aprendizaje de alumnado está más basado en la exploración que en otro tipo de aprendizaje más útil de cara a la adquisición de conocimiento musical como la realización de trabajos colaborativos, las evaluaciones recíprocas y los test de conocimientos musicales.

## 4. Resultados de la evaluación del *impacto* del Modelo Bordón

### 4.1. Evaluación de las ejecuciones del alumnado

A partir de los materiales multimedia de las ejecuciones del alumnado hacemos una selección de los contenidos más significativos. Para ello, describimos de forma general las observaciones de cada apartado de la fuente de información que *dividimos en tres categorías: motivación, actitud y aprendizaje*, realizando inicialmente un análisis cualitativo más descriptivo y finalmente valorativo.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de los materiales grabados en soporte de video, de las ejecuciones artísticas del alumnado son satisfactorios. Dentro de la evaluación del impacto del modelo pedagógico-musical con nuevas tecnologías, describimos los resultados obtenidos a nivel de impacto en las ejecuciones musicales y coreográficas del alumnado en la siguiente tabla:

Fuente de información	CATEGORÍAS			Descripción básica	Valoración
	Motivación	Actitud	Aprendizaje		
Simulaciones, aprendizajes musicales (conciertos y actuaciones ofrecidas por el alumnado)	Creación de una orquesta escolar: bailan y tocan instrumentos musicales, el alumnado crea sus propias coreografías para el baile. Alumnado elige las obras del repertorio conforme a sus gustos: moderna, clásico, flamenco...El Alumnado interpreta obras musicales a otros lugares. Se potencia la zona de desarrollo próximo con el alumnado. Interpretación conjunta en conciertos de profesorado y alumnado Motivamos al alumnado hacia la asignatura a través de simulaciones musicales.	Alumnado ensaya el repertorio de la orquesta escolar y la autonomía en el aprendizaje Desarrollamos una actitud positiva hacia la creatividad artística Actitud positiva del alumnado ante el repertorio elegido por él mismo Actitud positiva ante las interpretaciones en público. El alumnado mejora su actitud ante la música debido a la potenciación de la zona de desarrollo próximo.	Alumnado aprende a participar en una orquesta escolar Alumnado aprende creando sus propias coreografías Alumnado aprende a interpretar obras en distintos estilos Alumnado aprende a actuar ante un público (control emocional) Alumnado aprende de sus compañeros más capacitados y del profesorado.	Orquesta escolar: Creación musical y de coreografías Interpretación en público Potenciación de la zona de desarrollo próximo mediante interacciones recíprocas Grabación y edición de las propias producciones musicales.	Valoración positiva. Con este tipo de actividades del Modelo Bordón el alumnado está más motivado, generamos mejores actitudes, aprendizajes y competencias musicales enraizadas en la actual cultura del ciber-conocimiento (manejo de recursos musicales digitales, ...).

Tabla 29. Resultados de las simulaciones musicales y coreográficas.

Con este tipo de actividades del Modelo Bordón el alumnado está más motivado, generamos mejores actitudes, aprendizajes y competencias musicales enraizadas en la actual cultura del ciber-conocimiento (manejo de recursos musicales digitales, Internet,...).



## 4.2. Impacto del modelo de aprendizaje con TIC en el registro de incidentes críticos<sup>2</sup>

Para el análisis del registro de incidentes críticos sometemos las variables correspondientes a los tipos de medidas correctivas (organizadas por categorías de 1 a 5), los profesores y los alumnos implicados en las conductas sancionadas.

Los resultados obtenidos en relación al registro de incidentes crítico en la asignatura reflejan los avances en cuanto a la mejora de la actitud del alumnado, si comparamos el número de incidentes críticos registrados con respecto al resto de las demás asignaturas, a través del empleo de la metodología docente basada en plataforma web y las TIC del aprendizaje musical. A pesar de que contamos con una categorización completa de los partes de actitud, tal como hicimos referencia en el capítulo IV, a propósito de la instrumentación de este apartado de evaluación del impacto de nuestro modelo pedagógico, nos centramos en nuestra investigación en exponer dos apartados de estudio que son:

*a) Descripción general de los partes de actitud del registro de incidentes críticos en torno a: la gravedad de las faltas cometidas, cursos, grupos y ciclos donde se han cometido dichas faltas*

A continuación mostramos el *análisis de la variable de actitud A* (gravedad de las faltas de actitud cometidas). *La variable de actitud que se manifiesta con mayor frecuencia entre el alumnado es la número 5 (faltas graves con repetición), con un total de 560 medidas correctivas, seguida por la 4 (faltas graves sin repetición), con un total de 80, después la 3 (faltas leves con reincidencia) y la 2 (faltas leves sin repetición). Los resultados del análisis de las frecuencias y los porcentajes de todas las faltas de actitud se reflejan en una tabla y un gráfico de barras que mostramos a continuación:*

---

<sup>2</sup> Terminología basada en Mayor, Murillo, Ballesteros y Japón (2008).

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	2 (faltas leves sin repetición)	3	,4	,4	,4
	3 (faltas leves con reincidencia)	32	4,7	4,7	5,2
	4 (faltas graves sin repetición)	80	11,9	11,9	17,0
	<b>5 (faltas graves con repetición)</b>	<b>560</b>	<b>83,0</b>	<b>83,0</b>	<b>100,0</b>
	Total	675	100,0	100,0	

Tabla 30. Resultados de la variable de actitud A (gravedad de las faltas cometidas por el alumnado).

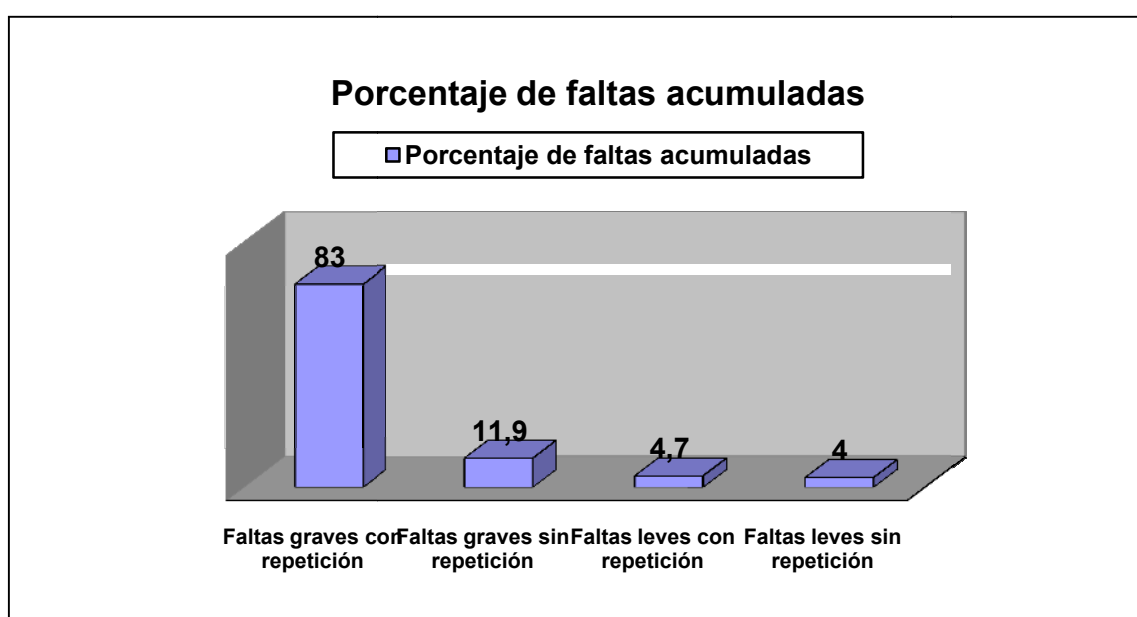


Gráfico 30. Porcentaje de faltas acumuladas en el registro de incidentes críticos entre el alumnado de todas las materias durante el curso.

Ahora mostramos los resultados del estudio por *grupos* del registro de incidentes críticos en todas las materias. *Los grupos que más faltas de actitud han acumulado son: 1ºc, 2ºc y 1ºa.* Esto refleja que *los problemas de actitud se concentran en el primer ciclo* (cursos primero y segundo) de la ESO y es en esta etapa donde debemos prestar una mayor atención a esta cuestión. En la tabla que reflejamos a continuación en nuestro estudio, se hace patente la información de la frecuencia de los partes de actitud de todos los grupos y su porcentaje con respecto al total de los grupos. Luego mostramos en un diagrama de sectores la distribución de partes según grupos.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1° a	75	11,1	11,1	11,1
	1° b	62	9,2	9,2	20,3
	1° c	174	25,8	25,8	46,1
	1° d	28	4,1	4,1	50,2
	2° b	68	10,1	10,1	60,3
	2° c	110	16,3	16,3	76,6
	3° a	13	1,9	1,9	78,5
	3° b	49	7,3	7,3	85,8
	3° c	67	9,9	9,9	95,7
	4° a	12	1,8	1,8	97,5
	4° b	17	2,5	2,5	100,0
	Total	675	100,0	100,0	

Tabla 31. Frecuencias del registro de incidentes críticos según cursos.

En el siguiente diagrama de sectores mostramos los resultados de las medidas correctivas acumuladas por cursos:

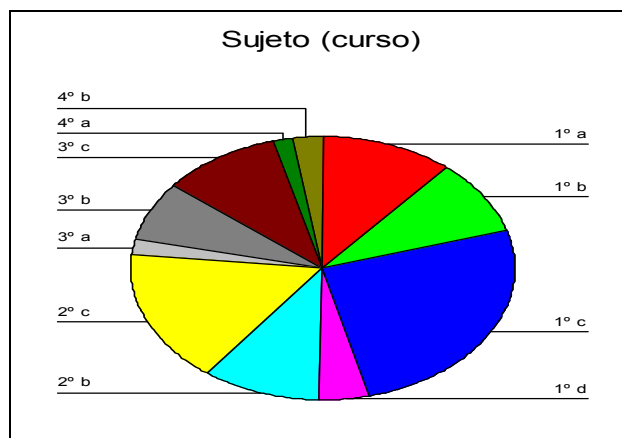


Gráfico 28. Diagrama de sectores con el registro de incidentes críticos según cursos.

A continuación, mostramos los resultados del estudio de la *variable de actitud B* (tipología de las faltas cometidas). En primer lugar, la variable 9 (conducta disruptiva), considerada como grave, en la que el alumnado interrumpe de manera intencionada las clases presenta la mayor frecuencia con un total 191 faltas; en segundo lugar la variable 11 (conducta proactiva), considerada como grave, en la que el alumnado se agrede física o moralmente cuenta con un total de 103 faltas y en tercer lugar, la variable 10 (conducta proactiva), considerada como grave, en la que el alumnado agrede física o moralmente al profesor acumula un total de 100 faltas. A continuación presentamos en una tabla, el desglose de la frecuencia de las distintas tipologías de faltas cometidas por

el alumnado y un diagrama con el porcentaje acumulado por las faltas cometidas que se repiten más, ordenadas según su tipología:

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	1 (evasiva 1)	47	7,0	7,0	7,0
	2 (evasiva 2)	59	8,7	8,7	15,7
	3 (evasiva 3)	112	16,6	16,6	32,3
	4 (evasiva 4)	46	6,8	6,8	39,1
	5 (evasiva 5)	6	,9	,9	40,0
	7 (disruptiva 7)	11	1,6	1,6	41,6
	<b>9 (disruptiva 9)</b>	<b>191</b>	<b>28,3</b>	<b>28,3</b>	<b>69,9</b>
	<b>10 (proactiva 10)</b>	<b>100</b>	<b>14,8</b>	<b>14,8</b>	<b>84,7</b>
	<b>11 (proactiva 11)</b>	<b>103</b>	<b>15,3</b>	<b>15,3</b>	<b>100,0</b>
	Total	675	100,0	100,0	

Tabla 32. Frecuencia y porcentaje acumulado de la variable de actitud B (tipología de la falta de actitud cometida) en todas las materias.

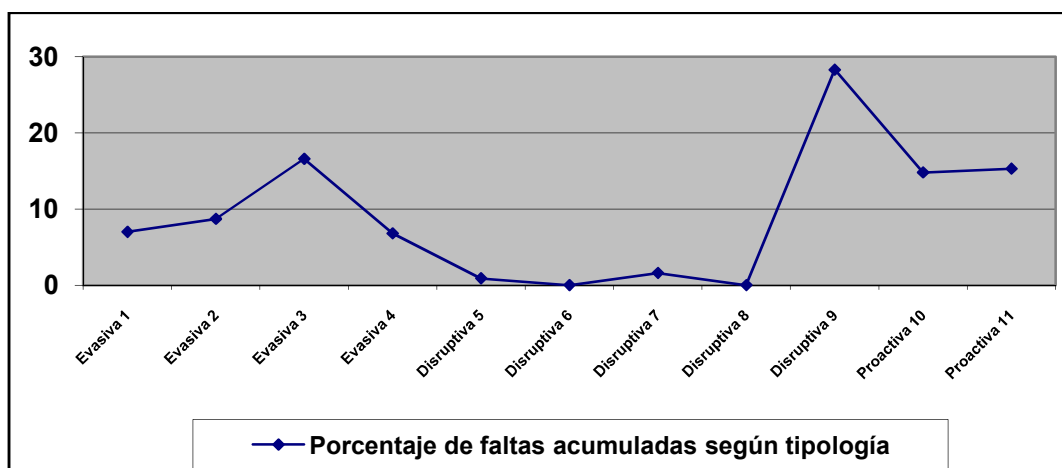


Gráfico 32. Porcentaje de faltas acumuladas según tipología en todas las materias.

*b) Descripción específica del impacto de la implantación del Modelo Bordón en el registro de incidentes críticos*

En este apartado estudiamos la evolución en la mejora del número de faltas de actitud registradas en la asignatura, a partir de la implantación de nuestro modelo pedagógico.

Durante el primer trimestre no empleamos el Modelo Bordón, basado en plataforma web y el uso de las TIC. Su uso se restringe a los trimestres siguientes: el

segundo y el tercero. La mejora en la actitud es notable, ya que pasamos de registrar 28 medidas correctivas durante el primer a tener 3 en el segundo trimestre y 2 en el tercero.

En la siguiente gráfica observamos la evolución en la mejora de la actitud del alumnado con el Modelo Bordón.

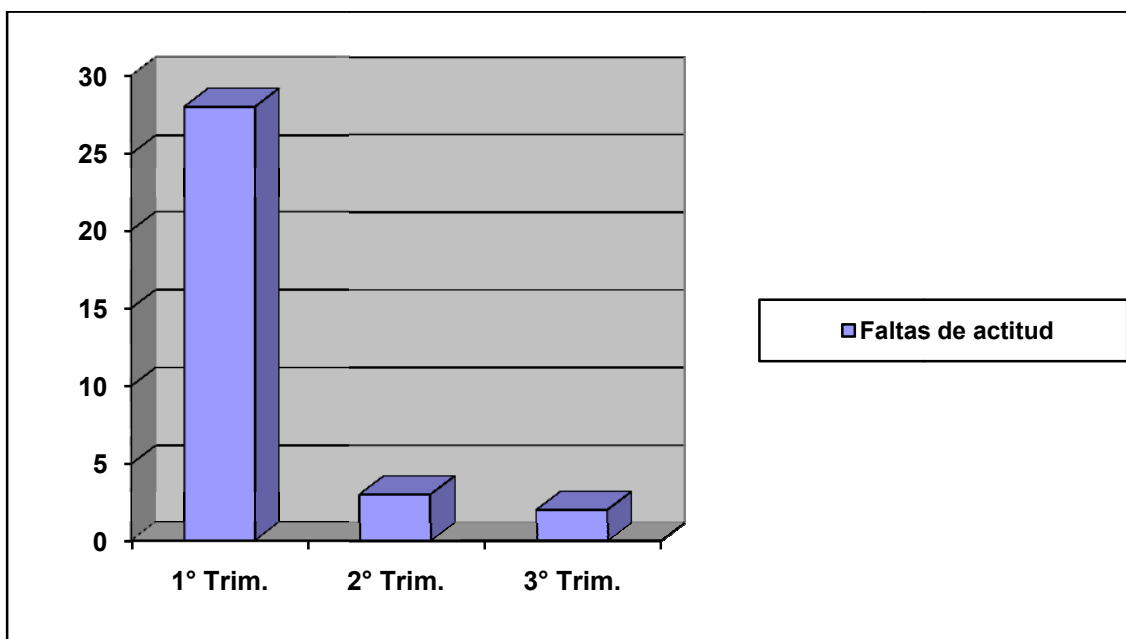


Gráfico 33. Evolución positiva de la actitud del alumnado con el Modelo Bordón.

También hacemos un análisis de la relación de nuestra plataforma educativa y el género. Es muy interesante señalar que de los 33 partes de actitud registrados en la asignatura, el cien por cien corresponde a los chicos y las chicas no acumulan ningún parte de actitud. Los resultados obtenidos en cuanto a los distintos sexos y su relación con la actitud aparecen a continuación en este gráfico:

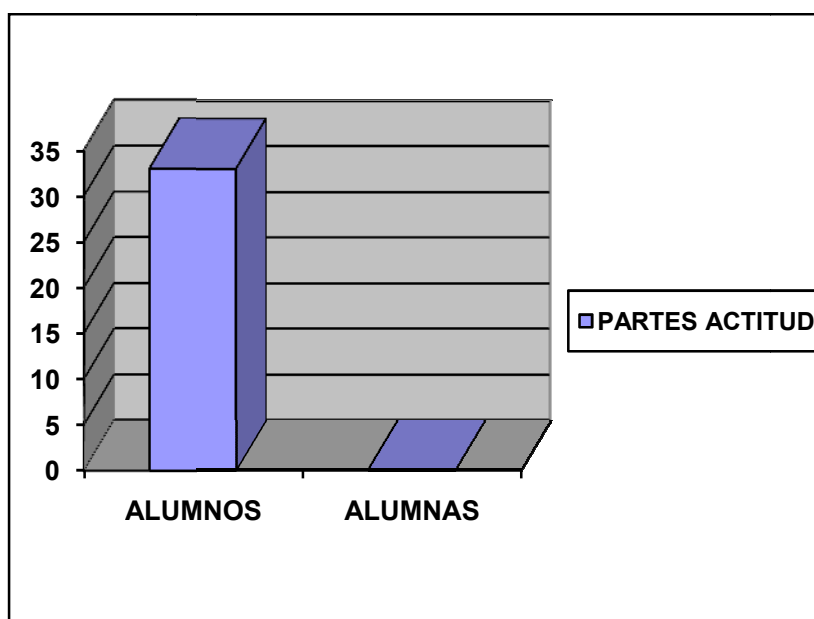


Gráfico 34. Gráfico de barras con la representación de los resultados del estudio sobre actitud y género.

#### 4.3. Impacto del Modelo Bordón en el trabajo, la actitud y el aprendizaje del alumnado

Analizamos escalas sumativas tipo Likert de 1 a 5, sobre trabajo, actitud y aprendizaje en el Modelo Bordón. Estos datos cuantitativos de rendimiento online nos permiten vislumbrar datos objetivos acerca de los efectos que la plataforma educativa y el modelo pedagógico con TIC tienen sobre los sujetos implicados en la investigación. A dichas escalas las sometemos a estadísticos básicos como media, mediana, moda, desviación típica, moda, suma, máximo y mínimo.

En cuanto a la fiabilidad y validez de las escalas Likert para la recogida de información cuantitativa, se ha realizado un estudio piloto de las medidas respecto de trabajo en la plataforma, actitudes y aprendizajes en el sistema de teleformación. Como consta a continuación, presentan altos niveles de fiabilidad (consistencia interna –Alpha de Cronbach-) y muestran la unidimensionalidad de las mismas, lo que asegura la calidad de las medidas, tal y como se observa en las siguientes tablas obtenidas con SPSS (procedimiento CATPCA) donde se muestran coeficientes *alpha* elevados y saturaciones de todos los ítems, en único componente principal para cada escala, con correlaciones muy superiores a 0,300 en general.

A continuación, presentamos los datos obtenidos mediante la aplicación de las escalas Likert, en las tres escalas, que suponen una información algo más objetiva y valorable sobre el conjunto de la muestra. Se muestran tan sólo los estadísticos descriptivos básicos y los diagramas de barra expresivos de los mismos para las tres variables consideradas en la valoración de impacto del modelo.

ACTITUD			APRENDIZAJE		TRABAJO		
Alfa de Cronbach	Varianza explicada		Alfa de Cronbach	Varianza explicada		Varianza explicada	
	Total (Autov.)	% de la varianza		Total (Autov.)	Alfa de Cronbach	Total (Autov.)	% de la varianza
,896	5,600	46,663	,935	7,859	,822	4,064	33,867
	D1			D1		D1	
Comportamiento	,774		gusto	,803	foros	,681	
Charlar	,682		hibridación	,661	chat	,377	
Respeto compañeros	,721		Internet	,847	lecciones	,763	
Respeto profesor	,819		investigación	,795	reciproca	,560	
Ritmo	,722		comodidad	,703	clase lecciones	,702	
Orden	,552		comunicación	,815	clase foros	,667	
Positividad	,697		Chat	,605	casa lecciones	,431	
Constancia	,708		Foros	,725	casa foros	,359	
Trabajo plataforma	,613		multimedia	,813	corrección	,665	
Comportamiento clase	,823		constructivismo	,666	copiar/pegar	,379	
Trabajo en casa	,461		respuesta	,634	colaborativo	,636	
Interés	,515		motivación colabora	,829	reflexión	,566	
			Video	,568			
			Audio	,486			
			multimedia	,789			

Tabla 33. Impacto del modelo pedagógico con TIC en la actitud, el trabajo y el aprendizaje.

Como puede observarse sobre los contenidos de la tabla, parece que el impacto cualitativo del modelo sobre el clima de aprendizaje es muy significativo y a considerar.

A continuación, y para finalizar la presentación de resultados resaltamos los datos obtenidos de las variables de medida cuantitativa (ordinal) desarrollados con las escalas Likert sobre aprendizaje, actitud y trabajo, en cuanto a los estadísticos básicos.

APRENDIZAJE			ACTITUD			TRABAJO		
N	Válidos	169	N	Válidos	186	N	Válidos	152
	Perdidos	2		Perdidos	0		Perdidos	0
Media		57,80	Media		47,09	Media		45,03
Mediana		61,00	Mediana		49,00	Mediana		45,00
Moda		65	Moda		55	Moda		51
Desv. típ.		11,833	Desv. típ.		9,161	Desv. típ.		7,473
Mínimo		19	Mínimo		14	Mínimo		12
Máximo		75	Máximo		60	Máximo		60
Suma		9769	Suma		8758	Suma		6845

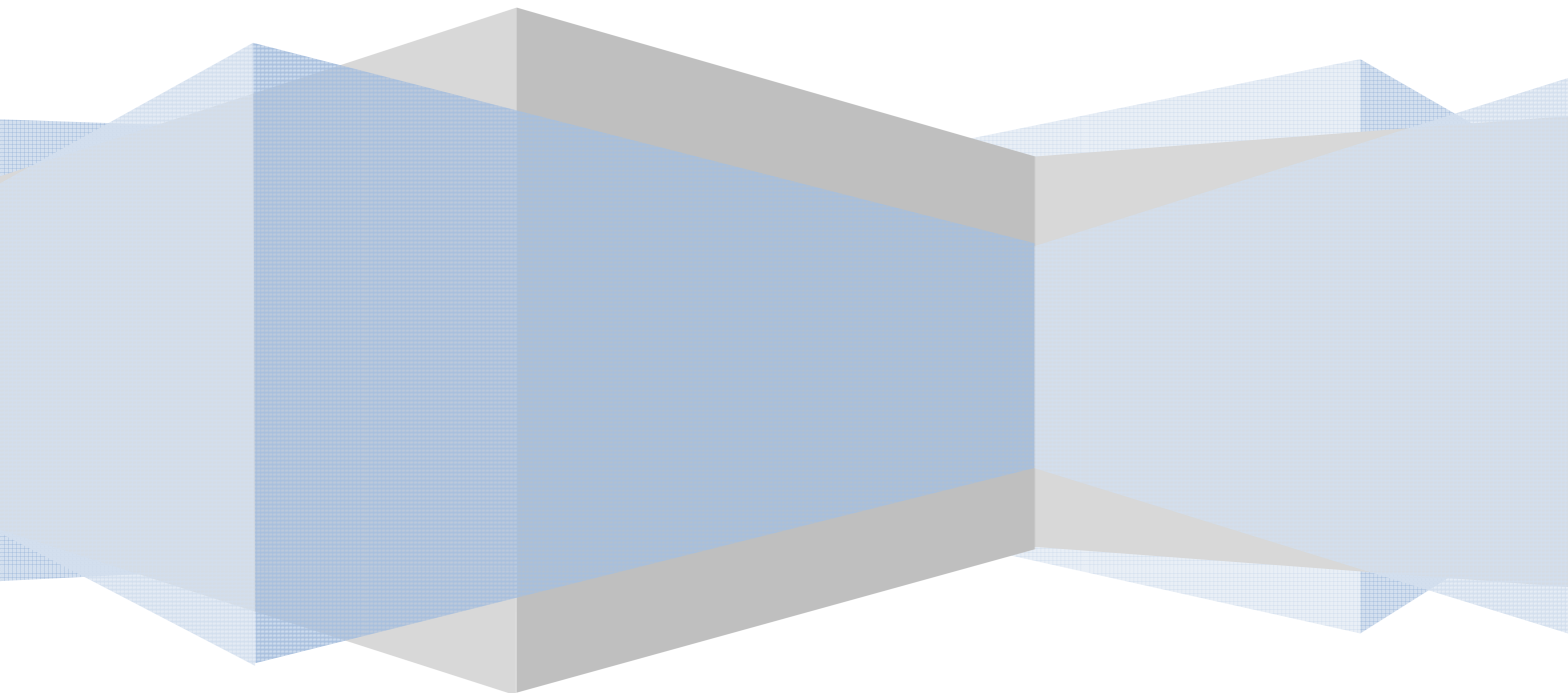
Tabla 33. Estadísticos básicos sobre aprendizaje, actitud y trabajo.

Las medidas encontradas nos muestran unos resultados altamente satisfactorios. Las medias ofrecen unos valores muy altos (media de 57'8 en la escala de aprendizaje que supone un valor alto para una escala con puntuación de 15-75 puntos; una media 47,09 en la escala de actitudes con un rango entre 12-60; al igual que en el nivel de trabajo en la plataforma, que obtiene una media de 45,03 puntos sobre una escala de rango entre 12-60), que manifiestan la satisfacción y desarrollo del alumnado implicado en el proceso de enseñanza-aprendizaje en cuanto a trabajo, motivación y actitud con el modelo Bordón. Sin embargo, hay que reconocer que hay variedad de alumnado en cuanto a la consideración del impacto del modelo, pues así lo muestran las (escasas pero existentes) personas que representan la zona izquierda de cada uno de los diagramas de barras expuestos. La investigación comparada de los grupos que denotan mayor impacto y los que señalan valores más bajos supone una perspectiva de este trabajo de investigación aún en curso.



# Conclusiones y limitaciones del trabajo

1. Conclusión general
2. Conclusiones sobre la evaluación del diseño
3. Conclusiones sobre la evaluación del proceso
4. Conclusiones sobre la evaluación del impacto
5. Limitaciones de la evaluación realizada





## ***Capítulo 7. Conclusiones y limitaciones del trabajo***

---

### **1. Conclusión general**

El presente estudio plantea como objetivo evaluar un modelo educativo-musical en la ESO. Las dimensiones que manejamos son tres: evaluación del diseño, evaluación del proceso y evaluación del impacto. Para ello, empleamos una metodología integrada que abarca técnicas analíticas de corte cualitativo y corte cuantitativo.

En cuanto a la evaluación del diseño, sometemos a la herramienta principal de formación online de nuestro estudio, Moodle, a un juicio de expertos en Ingeniería Informática, Pedagogía, Psicología y Música. Los resultados que arrojan los análisis muestran el alto grado de consenso en las respuestas de los jueces y las juezas, los cuales valoran muy positivamente nuestra herramienta de aprendizaje.

La evaluación del proceso, abarca técnicas cualitativas y cuantitativas. En primer lugar, las técnicas cualitativas, consisten en sistemas de categorías abductivos, a partir de los datos recogidos en un grupo de discusión formado por el alumnado participante en la plataforma educativa (250 sujetos). Estos sistemas de categorías los describimos y

los valoramos de forma positiva. Muestran el mayor grado de trabajo, motivación y la mejora de la actitud en nuestro modelo educativo con TIC. En segundo lugar, las técnicas cuantitativas consisten en la aplicación de la minería de datos educativos (técnicas estadísticas de estudio de los registros de la plataforma online). Los resultados nos muestran que la mayor frecuencia de uso aparece en los foros (herramientas de comunicación asincrónica), el chat (herramientas de comunicación sincrónica), las lecciones musicales y los test de conocimientos musicales. El tipo de acciones que registramos son mayormente de tipo exploratorio, lo que refleja el interés del alumnado por este tipo de herramientas pero también la necesidad de promover un mayor uso de este tipo de recursos didácticos.

La evaluación del impacto, comprende el *sistema de categorías abductivo de las interpretaciones musicales del alumnado*, el *análisis descriptivo de frecuencias del registro de incidentes críticos del centro educativo* y tres escalas sobre *trabajo con la plataforma educativa*, *actitud con la plataforma educativa* y *actitud con la plataforma educativa*. Los resultados del Modelo Bordón, de gestión del conocimiento educativo-musical, reflejan la correlación entre la mejora de la actitud del alumnado, el mayor volumen de trabajo y el mayor aprendizaje musical mediante las TIC.

## 2. Conclusiones sobre la evaluación del diseño

La presente investigación se ubica en el campo de la telemática musical (unión entre informática, telecomunicaciones y música) aplicada a la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria. En la actualidad, en este campo se generan multitud de herramientas, que presentan cada vez un mayor grado de implantación en la tecnología educativa y que gracias a sus prestaciones, ofrecen la posibilidad de obtener un mayor control del proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado. En este marco desarrollamos nuestro trabajo, que estudia las ventajas del empleo de las nuevas tecnologías en la Educación Musical en centros de Educación Secundaria mediante la aplicación de un nuevo modelo educativo (que denominamos Modelo Bordón).

La plataforma telemática que empleamos para trabajar (Moodle), es apta para su difusión en centros TIC de Andalucía, siempre que cuenten con un ordenador por cada dos alumnos y software necesario para trabajar en el campo de la Educación Musical. Como centro de la actividad del alumnado, empleamos una herramienta de software libre, que se somete en nuestro estudio a una evaluación del diseño. Por ello, mediante una plataforma educativa online destinada a las clases de música, estudiamos su diseño dentro de un Modelo Educativo-Musical en la ESO. Hacemos una adaptación de la escala de Pere Marqués (2004) para el juicio de expertos en *pedagogía, Educación Musical e informática*. Dicha escala contempla *tres dimensiones que son: funcional, técnica-estética y pedagógica*. En cuanto a los resultados, las dimensiones funcional y pedagógica de la plataforma online presentan una correlación muy alta entre las respuestas de los jueces y la dimensión técnica-estética queda ligeramente por debajo en cuanto a sus valoraciones. Debido a estos resultados, potenciaremos en el futuro, en esta herramienta sus características técnicas y un diseño más atractivo que mejora la motivación del alumnado y genere una mayor atracción de cara a su uso con el fin de promover mejores resultados académicos y una mayor satisfacción del alumnado.

En cuanto a la utilidad y uso del EDM, señalamos las posibilidades de expansión de nuestro modelo educativo-musical mediante el denominado m-learning (*mobile*

*learning*), aprendizaje basado en dispositivos móviles como la PDA y los *pocket pc* o también llamados ordenadores de bolsillo (Sharples y otros, 2005). En esta línea también se sitúa el *u-learning* (*ubiquitous learning*), aprendizaje ubicuo (Pagés, 2008), que plantea la formación como un proceso continuo que acompaña a las actividades de la vida cotidiana, independientemente del lugar o el momento en el que nos encontremos. En definitiva, los estilos de aprendizaje de estas modalidades de formación, son aptos para la aplicación de la minería de datos educativos.

En la actualidad, nuestro grupo de investigación DIME (HUM-833), está desarrollando productos formativos *m-learning* y *u-learning* donde que se va a contemplar el EDM como técnica de evaluación de los nuevos objetos digitales de aprendizaje y la actividad de los agentes implicados (tutores y usuarios).

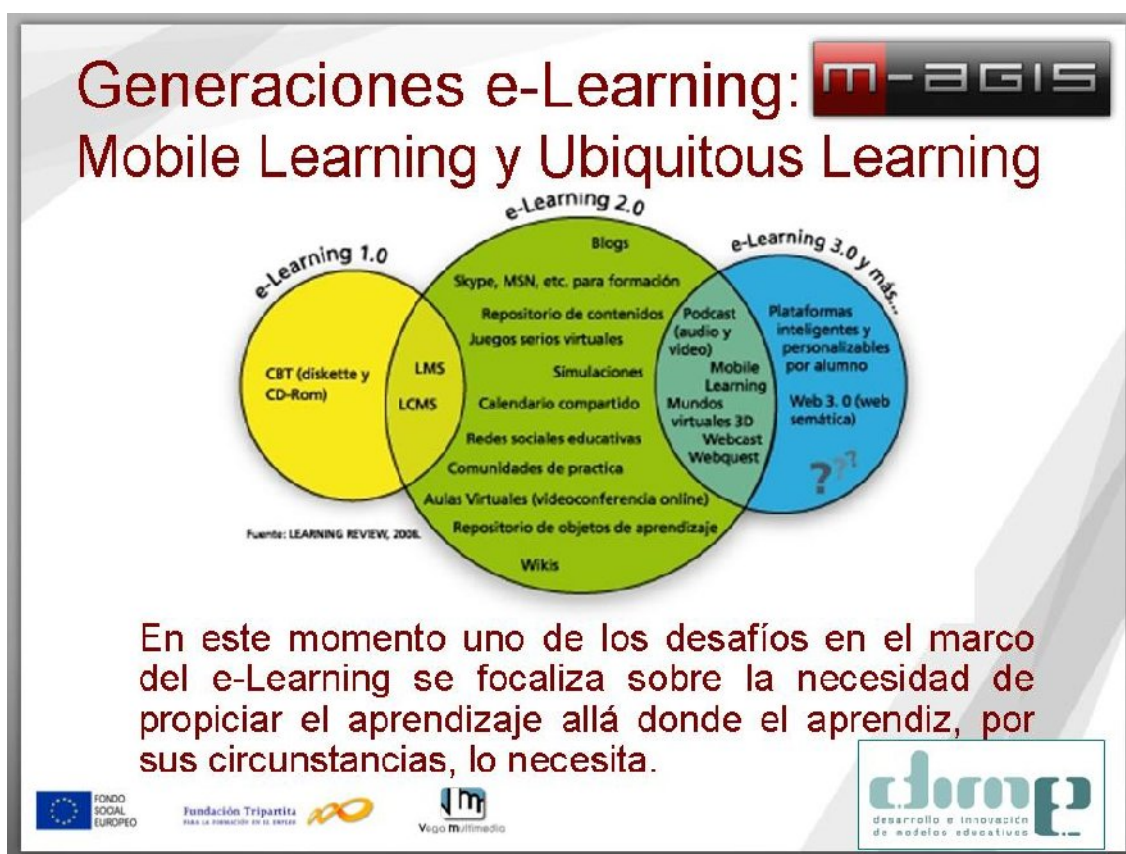


Imagen 20. Programa para el e-learning *m-agis*, desarrollado por el grupo DIME.

### 3. Conclusiones sobre la evaluación del proceso

En la evaluación del proceso contamos con diferentes herramientas tanto de corte cualitativo como cuantitativo, que miden la actividad mediada por las nuevas tecnologías que potencian el entendimiento y configuran un modelo de sociedad, en el que la comunicación, mediante el uso de plataformas de teleformación, se potencia y se enriquece a través del aprendizaje colectivo, que propicia la creación de redes sociales virtuales para el aprendizaje musical en escuelas de educación secundaria obligatoria. En esta línea Aires y otros (2006), señalan las problemáticas de la alteridad, la interacción con el otro, la diversidad del discurso y la construcción social del conocimiento en contextos educativos, que a través de la formación online recrea y simula de manera virtual las relaciones sociales y humanas.

En cuanto a la actividad del alumnado en ese proceso de enseñanza-aprendizaje, de nuestro Modelo Educativo-Musical vemos que la *participación y el grado de implicación del alumnado han sido altos*. Tal y como muestran los cuestionarios respondidos por el alumnado, vemos que se sienten implicados en nuestro modelo y se muestran satisfechos con su nueva forma de trabajar la asignatura. Asimismo, su actitud de cara a la materia mejora notablemente y desarrollan sus competencias musicales en el ámbito de los objetivos establecidos en la programación docente con la plataforma educativa.

Cabe esperar que a partir de la continua evaluación y mejora de nuestro modelo en el futuro, adquiramos un recurso pedagógico cada vez más completo y preciso a la hora de desarrollar las competencias musicales a través de las TIC en la ESO con el objeto de potenciar un mayor uso e implicación de toda la comunidad educativa: padres, madres, alumnado y profesorado en su conjunto.

Los resultados obtenidos en cuanto a la evaluación cuantitativa de la actividad medida en la plataforma online, ofrecen una información bastante detallada acerca de la actividad registrada en la misma. Gracias a la aplicación de técnicas procedentes del

campo de la economía, del marketing empresarial, la banca y los negocios que conocemos con el nombre *Minería de datos* al campo de la Educación Musical online, conocemos con gran precisión las acciones de aprendizaje y cómo se trabaja a través de las plataformas de teleformación. La minerización o aplicación de técnicas de la minería de datos educativos, permite extraer conocimiento útil, a partir de grandes volúmenes de datos que almacenamos en las tablas de registro, en las plataformas teleformativas, mediante la selección, limpieza y posterior análisis detallado de las variables significativas para nuestro estudio y mediante los programas estadísticos para la descripción de frecuencias, generación de modelos predictivos y descriptivos, así como la visualización bidimensional y tridimensional de los resultados que encontramos. El campo de la minería nos permite un análisis superficial de los datos generados por los usuarios de las plataformas educativas, ya que gracias a la modelización avanzada, nos posibilita la indagación exhaustiva en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene lugar en Internet, mediante este tipo de soportes virtuales.

Al margen de las ventajas de las plataformas de teleformación en Educación Musical en secundaria, este tipo de materiales educativos online también cuentan con *algunas contraprestaciones*, tal y como señala Van Weigel (tomado de Obelar y Benito, 2005), los *Learning Management System (LMS)* fueron presentados, en un principio como el entorno de aprendizaje llamado a desplazar a las aulas tradicionales y debido a esta visión de mercado siempre han sido evaluadas en comparación con éstas. Van Weigel piensa que el modelo de plataforma está demasiado vinculado a una situación presencial y que su evolución está demasiado centrada en cuestiones relativas a la gestión y la accesibilidad. Como contrapartida, propone que se valore la capacidad para desarrollar habilidades y la efectividad pedagógica de acuerdo a una serie de perspectivas en el eje del estudiante (pensamiento crítico, auto-confianza, aprendizaje de pares y gestión del conocimiento) y en el eje del entorno (aprendizaje basado en el descubrimiento, creación de contenidos como estrategia de aprendizaje y aprender enseñando).



La minería de datos arroja perfiles distintos de la actividad de los usuarios de la plataforma Moodle musical. En este marco destacamos ideas conclusivas tanto sobre la actividad del alumnado como del profesor.

En cuanto a la aplicación de las *técnicas de la minería de datos* que empleamos con las tablas de registro de actividad de nuestra plataforma de teleformación, destaca su importancia y necesidad de utilización para la evaluación en el ámbito de la formación online, ya que la rapidez con la que se muestrean y analizan los datos (tras una ardua tarea de selección de variables significativas para el estudio), es algo que sólo el *data mining* nos permite hacer de cara a la modelización, sumarización, el análisis clúster o de conglomerados, las reglas de asociación y las gráficas tridimensionales, sin olvidar que la ingente cantidad de información (cerca de 100.000 registros), bloquearían cualquier análisis de programas estadísticos convencionales como el popular SPSS. Esta circunstancia nos ha obligado a explorar otro software del mercado más específico para el tipo de tareas que requeríamos, como SPSS Clementine 11.1, Weka 1.0 o Statistica 7.0.

*De mayor a menor frecuencia de uso de la plataforma* los cursos son: tercero de la ESO, segundo de la ESO, primero de la ESO y cuarto de la ESO. Una de las posibles justificaciones de los bajos niveles de actividad en el cuarto curso, las deducimos del perfil del alumnado que cursa la materia, el cual frecuenta resultados académicos más bajos. A partir de estos resultados, detectamos ciertas anomalías en determinados grupos, que no siguen un patrón de comportamiento normalizado en su aprendizaje y conforme a la mayoría.

El profesor-investigador de la asignatura desempeña aproximadamente una quinta parte de la actividad registrada en la plataforma (un 20% más o menos), quedando las otras cuatro quintas partes registradas por el alumnado. El tiempo de aplicación de la plataforma, aunque ha sido suficiente para nuestra investigación debe continuar para aumentar la frecuencia de uso de la plataforma educativa-musical online por parte del alumnado. Un mayor uso, desde las casas incrementaría notablemente esta cierta desproporción entre la actividad del profesor en la plataforma y el conjunto del

alumnado de primero a cuarto de ESO. En ese sentido y para potenciar el uso de nuestra herramienta informática, realizamos dos tutorías virtuales, una al final del segundo trimestre del curso y otra al final del tercero a través del chat de intercambio de la información.

Los módulos de la plataforma educativa, ordenados de mayor a menor frecuencia de uso son: foros, lecciones musicales, exámenes musicales, chat, enlaces con información musical, tal y como reflejan los registros acumulados en cada uno de ellos.

Las acciones que presentan una mayor frecuencia de uso son las de tipo exploratorio, como *ver foros* o *ver temas de debate de los foros*. En el caso de los chats, la acción mayoritaria es *hablar*. El motivo por el que destacan las acciones de tipo exploratorio, no sólo aparecen justificadas porque es la acción previa a cualquier otra en la plataforma sino porque vemos que la herramienta resulta novedosa y requiere de un mayor uso e implantación no sólo en nuestra área sino también en las demás: lengua, matemáticas, historia, plástica, educación física, para que el alumnado potencie su mejor y mayor uso dentro de las clases diarias que se imparten en los centros educativos y que pueden contar con una herramienta, como la plataforma educativa online para seguir trabajando, no sólo desde el centro sino también desde nuestra propia casa.

Los resultados obtenidos sobre uso de la sala de reuniones virtuales (chat) muestra que es una potente herramienta de aprendizaje y que el nivel de uso de la misma ha sido satisfactorio, tal y como reflejan los registros acumulados en este módulo.

Los modelos tipo cluster como el K-medias nos permiten conocer grupos de inactividad y aprendizaje deficiente, así como anomalías en la adquisición de conocimiento, clasificando al alumnado según su nivel de uso de los módulos de aprendizaje musical en red como son: el chat de intercambio de la información, los tests de conocimientos musicales, los enlaces webs para la búsqueda de la información o las lecciones musicales con los contenidos programados en el curso.

Las técnicas, algoritmos y modelos estadísticos que empleamos en nuestro estudio validan la hipótesis de que el tipo de aprendizaje de alumnado está más basado en la exploración que en otro tipo de aprendizaje más útil de cara a la adquisición de conocimiento musical como la realización de trabajos colaborativos, las evaluaciones recíprocas y los test de conocimientos musicales.

Nuestra plataforma educativa, en resumen plantea la creación de una comunidad virtual de aprendizaje (CVA). En este sentido, Coll et al (2008) apuntan que gracias a las TIC, las comunidades de aprendizaje se conforman independientemente de las barreras físico-temporales. Cuthbert et al (2003) señalan que una comunidad de aprendizaje CA, favorece la comprensión y desarrolla un sistema común de criterios para la evaluación de ideas. Cabe añadir, que la minería de datos educativos (EDM) nos informa sobre el funcionamiento de los agentes y de los objetos de aprendizaje de las plataformas de teleformación o sistemas de gestión virtual de los aprendizajes (LMS).

#### 4. Conclusiones sobre la evaluación del impacto

El modelo de Educación Musical con TIC que planteamos en nuestro trabajo, produce un impacto en la vertiente emocional de los sujetos, así como en sus competencias y habilidades musicales. En el Modelo Bordón, nos beneficiamos de las posibilidades y ventajas que ofrece la ciencia de la música en general y la Educación Musical en concreto, tal y como nos referimos en el apartado teórico de nuestra investigación. Desarrollamos valores, aprendizajes y destrezas musicales en el alumnado, que potencian el respeto y el enriquecimiento colectivo en sus relaciones humanas, algo esencial en esta etapa educativa, para contribuir al desarrollo de sus capacidades y formación integral.

El impacto que tiene nuestro modelo pedagógico es bastante elevado. El alumnado, en nuestro modelo "aprende a aprender" y adquiere destrezas musicales, por sí solo y a través de su relación con los demás, que se desarrollan dentro del marco de un aprendizaje colaborativo y constructivo partiendo de las experiencias y la comunicación colectivas.

Nos sentimos satisfechos de los resultados obtenidos en la evaluación del impacto, ya que el alumnado se siente más motivado y atraído por la asignatura, trabaja más y más a gusto, su actitud mejora notablemente tal y como refleja el descenso del número de faltas de actitud, que figuran en el registro de incidentes críticos<sup>1</sup> del centro y desarrolla de manera satisfactoria sus competencias musicales.

Una de los soportes más utilizados en nuestro estudio ha sido el video. El video procura una gran cantidad de información sobre el impacto del modelo en los aprendizajes musicales del alumnado. Evertson y Green (1989), lo definen como grabaciones en vivo de acontecimientos, procesos y grupos que suministran datos en bruto que deben ser trabajados sistemáticamente para construir representaciones de los acontecimientos. Cabero (1989), lo define como un poderoso instrumento para

---

<sup>1</sup> Terminología basada en Mayor, Murillo, Ballesteros y Japón (2008).

almacenar, elaborar, mediar y presentar información. Desde esta perspectiva, Zabalza y Marcelo (1993), lo conciben como “un sistema abierto que permite registrar el mayor número posible de conductas y acontecimientos (...). En nuestro caso, los videos nos han permitido constatar la adquisición por parte del alumnado de destrezas y competencias musicales dentro de nuestro modelo educativo.

Otro de los soportes empleados en nuestro estudio es el audio, tanto para grabar interpretaciones en disco como el grupo de discusión. Tal y como Mayor et al (2007: 141), *como ocurriera con las grabaciones visuales, las grabaciones en audio es un instrumento que acompaña a otras técnicas de evaluación (frecuentemente en entrevistas)*. A partir de este soporte tecnológico confirmamos las posibilidades de evaluación que tiene la grabación en audio de las interpretaciones del alumnado, de cara a su perfeccionamiento musical.

Además de todas las conclusiones obtenidas en nuestro trabajo, destacamos, tal y como señala Jorgensen (2008), la importancia a la hora de generar aprendizajes musicales de calidad y potenciar todas las capacidades y destrezas del alumnado en Educación Musical, desarrollar la constancia, la perseverancia y la motivación, dentro de una cultura del esfuerzo orientada a la adquisición de conocimiento musical. Según este autor, en la Educación Musical, su dilatada experiencia muestra como (en sintonía con nuestro de tercer espacio, como lugar de entendimiento y colaboración) la empatía recíproca cosecha buenos resultados musicales en el ámbito de la educación emocional del artista y aprendiz musical.

En línea con lo anteriormente dicho, en nuestro trabajo resaltan además aspectos como la socialización cultural y el aprendizaje con medios y tecnologías en contextos educativos musicales, los cuales son expuestos por Area (2004: 74):

*Para distintos autores, los medios y tecnologías debieran ser conceptualizados como un conjunto de artefactos u objetos culturales que tienen la potencialidad de configurar y modular el pensamiento humano y las formas de representación del mismo, es decir,*

*actúan como herramientas en la construcción social de la cultura [...]el aprendizaje con medios en los contextos educativos es un proceso complejo en el que intervienen una serie de variables y factores vinculados no sólo con los atributos internos del material (contenido, soporte físico, formas de representación y sistemas de codificación de la información), sino también con variables propias de los sujetos que interaccionan con el material*

El trabajo, en la línea de autores como Vernon Howard (1982), se basa en la evaluación de un modelo concreto, de gestión del conocimiento musical, que aúna múltiples disciplinas del saber humano, y que procura una base tanto empírica como teórica para la constitución de un modelo de aprendizaje vital en el que valores como el compañerismo, el trabajo colaborativo, el entendimiento mutuo (a pesar de las múltiples diferencias culturales y sociales que pueda haber, tanto a un nivel micro como macro), constituyen el marco de referencia de otras materias (matemáticas, lengua, idiomas, historia) e investigaciones educativas en las que la música es un punto de partida para desarrollar conocimientos y destrezas útiles en nuestra vida dentro de una sociedad pacífica y tolerante con los demás.

La comunicación es uno de los pilares esenciales que constituyen nuestro trabajo. La plataforma de teleformación, Moodle, una de las herramientas más relevantes de nuestro estudio, potencia la comunicación entre el alumnado, el profesorado y las familias y genera motivación y aprendizajes musicales. Además, accesorios de nuestro entorno virtual de trabajo como los foros y el chat son objetos de aprendizaje musical que se inscriben en el ámbito de los métodos sociométricos, ya que miden interacciones y aprendizajes colaborativos entre el alumnado. En este sentido, de integración de toda la comunidad educativa e inclusiva, en la formación del alumnado (los propios alumnos y alumnas, profesores y profesoras y las familias), desarrollamos las denominadas *escuelas comunidad*. Fernández (2007: 427), destaca que en este proceso de creación de redes sociales iniciamos un camino hacia la *transformación de los centros educativos en escuelas comunidad, con una mayor implicación y participación de los centros en el territorio, aceptación de la diversidad, proyectos de centro bien definidos y un alto grado de integración de toda la comunidad educativa*.

Las interpretaciones musicales en público o simulaciones de entornos profesionales en música de nuestro trabajo, propicia, tal y como señalan Jiménez y Muñoz (2005: 43) un auténtico andamiaje o estructura cognitiva, que son ayudas indispensables para avanzar. Estos andamiajes, una vez que el conocimiento se adquiere y se asiente, así como se asimila e interioriza en el individuo, pueden ser retiradas permitiendo que lo aprendido perdura, incluso sirva de base para posteriores aprendizajes. *El andamiaje suele ser un proceso lento, donde los avances se producen de forma gradual.* Por lo que no sólo se hace necesaria la motivación del alumnado sino también del profesorado implicado en la Educación Musical de los discentes, ya que su guía, estímulo y orientación propiciará el desarrollo de las habilidades artísticas y musicales.

Planteamos en nuestro trabajo el concepto de *desarrollo de un patrón universal*, es decir un modelo de actividades y conductas que hacen que una sociedad (a un nivel micro, en el aula, en las materias impartidas en secundaria) funcione. Es un modelo educativo dinámico, no estático y en sintonía con el medio en el que se aplica. Tal y como indica De la Cruz (2002), *la cultura no es esencial, ni fija, ni inmutable, sino que está sujeta a continuos cambios y reestructuraciones, y al mismo tiempo modifica el entorno en que se desenvuelve.* Esto señala que la cultura en la escuela es algo vivo y cambiante, por lo que el profesorado también se halla en la obligación de su formación permanente y aprendizaje vital como proyecto de futuro. Todo ello supone un impacto de cara al diseño y mejor aprovechamiento de los recursos materiales mediante una novedosa aproximación a la Educación Musical con TIC.

Nuestro estudio, potencia sobre todo, la socialización y un modelo de aprendizaje social, tanto de manera presencial, en el aula, diariamente, como a distancia, a través de la red, Internet. En torno a la socialización, León et al (2006: 43), señalan que *desde un punto de vista psicológico, el término socialización es empleado para describir el proceso de crecimiento [social y musical] en el cual los niños [sic], aprenden las normas de su sociedad y adquieren sus propios valores, creencias y características que los distinguen como individuos.* *Con las aportaciones de la*

*sociología y la ciencia política hemos comprendido que la socialización es un proceso inacabable a través del cual los sujetos implicados adquieren estilos de vida característicos de la sociedad en la que viven, así como lo que es esencial para su participación eficaz en la sociedad.*

En definitiva, al margen de las dificultades encontradas en nuestro estudio, relativas al mantenimiento óptimo de los equipos informáticos, el escaso ancho de banda de la conexión a Internet y la cantidad de tiempo invertido en el aprendizaje del manejo de los equipos y el software, nos sentimos satisfechos por las mejoras que la implantación del Modelo Bordón ha tenido en nuestra práctica docente diaria y los resultados académicos positivos de los aprendizajes musicales del alumnado de Educación Secundaria Obligatoria. No obstante, somos conscientes de las limitaciones de la evaluación en nuestro estudio tal y como comentamos a continuación.



## **5. Limitaciones de la evaluación realizada**

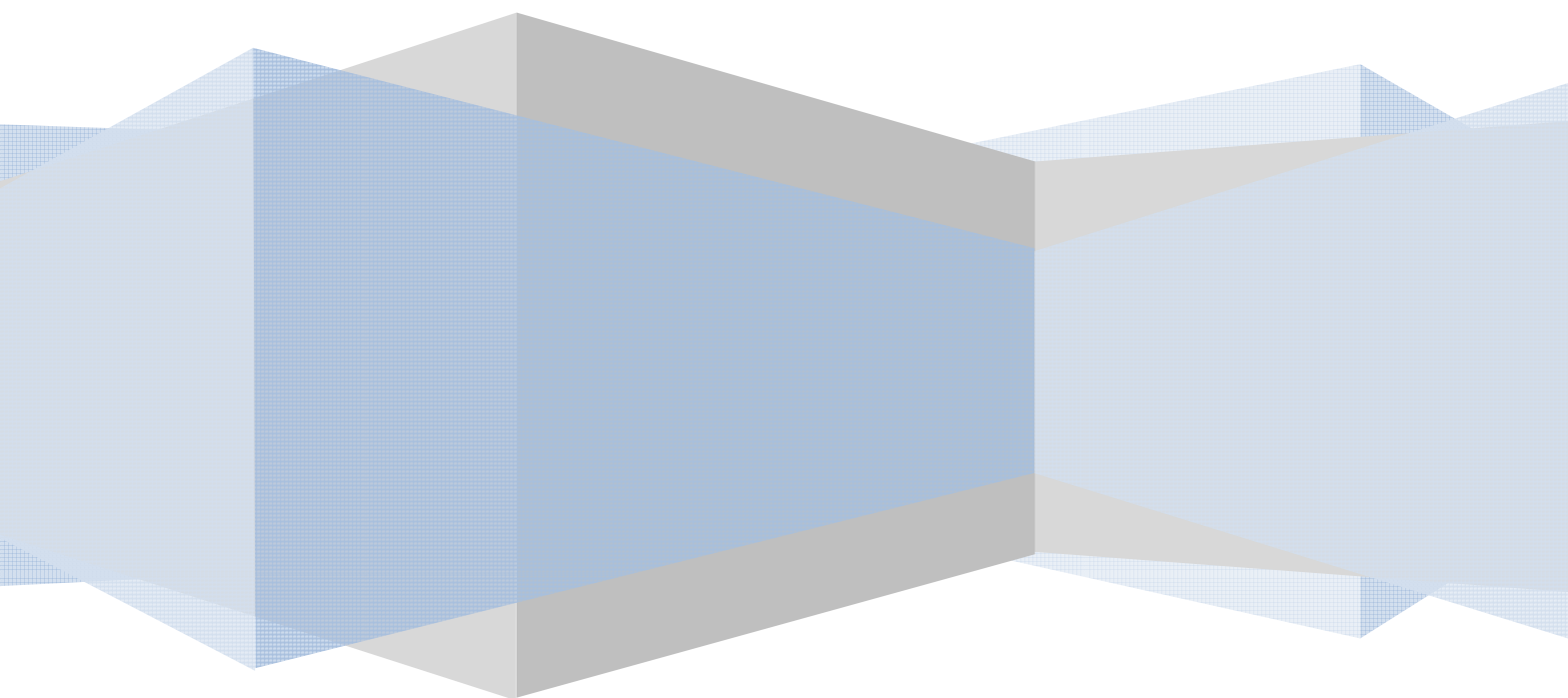
A continuación enumeramos las limitaciones de la evaluación realizada en nuestro estudio:

1. Necesidad de un mayor tiempo de aplicación de nuestro estudio, con una muestra de sujetos mayor.
2. Mayor sistematización de la evaluación, incluyendo estudios de necesidades y de los contextos, por la posible generalización directa de la experiencia requiere formación en TIC y medios técnicos de los que no disponen los centros “normales”.
3. Desarrollar el proceso EDM en tiempo real, ajustando y rediseñando los objetos de aprendizaje según el conocimiento generado mediante data mining.
4. Indagar de forma explícita la formación de contextos interculturales y de regulación emocional en el alumnado, considerando este tipo de evaluación junto a la perspectiva de género para la mejora más completa del modelo de aprendizaje musical con TIC “Bordón”.
5. Mayor desarrollo y profundización a nivel teórico del Modelo Bordón y la teoría sociocultural para constituir un modelo educativo más flexible y polivalente.



CUARTA PARTE

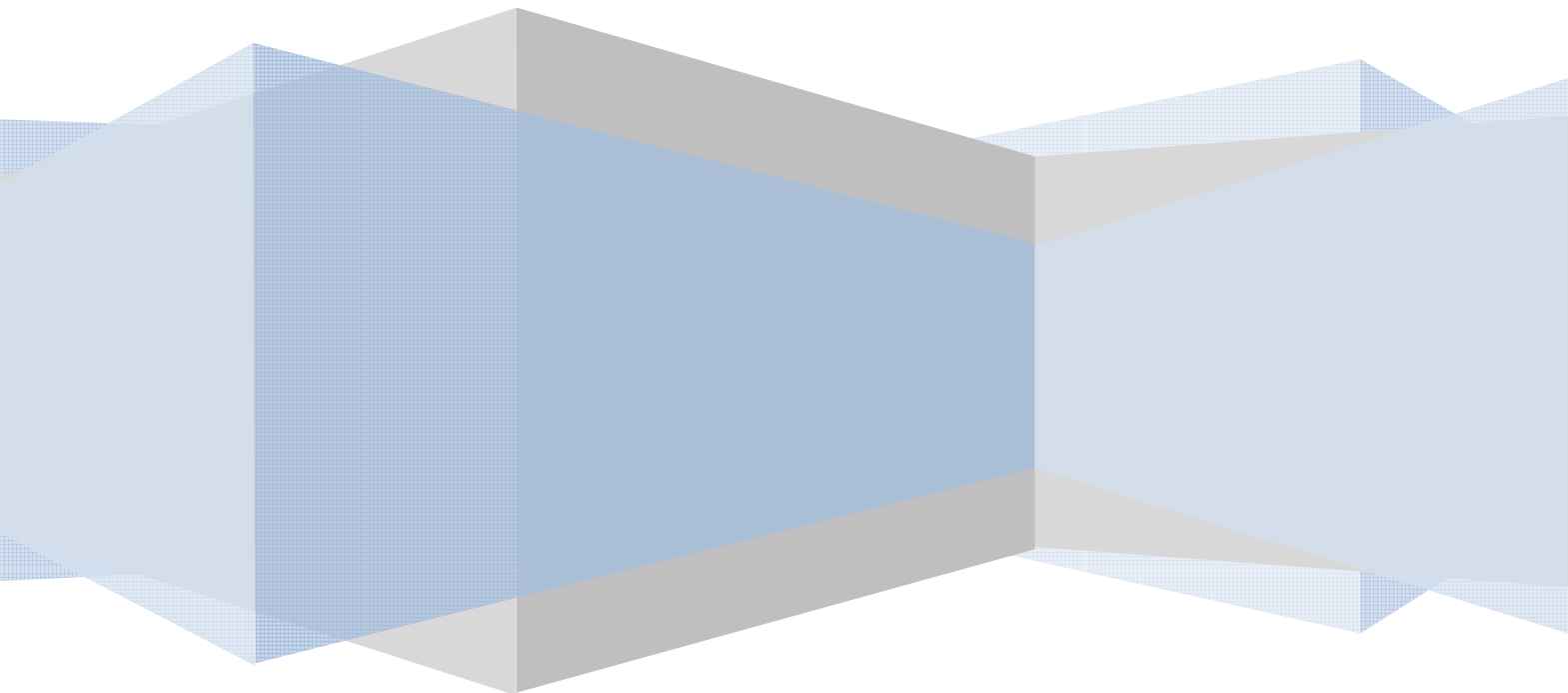
# APLICACIONES E IMPLICACIONES





## Aplicaciones e implicaciones

1. Agenda sobre aprendizaje musical en centros TIC de la ESO
2. Ideas y aportaciones en futuros proyectos





## ***Capítulo 8. Aplicaciones e implicaciones educativas: agenda sobre aprendizaje musical en centros TIC de la ESO***

---

### **I. Agenda sobre aprendizaje musical en centros TIC de la ESO**

La investigación que llevamos a cabo establece en este apartado una agenda de aplicación de nuestro modelo pedagógico destinado a centros TIC para la asignatura de música en la ESO.

Para el *curso 2010-2011* pretendemos la organización de un proyecto de aplicación de nuestro modelo en dos fases. La primera fase consiste en la impartición por parte del investigador en los distintos CEP de la provincia de Sevilla durante el primer trimestre del curso. En una segunda fase implantamos la plataforma para los trimestres segundo y tercero del curso académico en los centros del profesorado que recibe los cursos.

Para el *curso 2011-2012* expandimos la plataforma al resto de Andalucía impartiendo cursos en todas las provincias andaluzas durante el primer trimestre y durante los trimestres segundo y tercero también implantamos nuestra plataforma en los centros del profesorado que recibe los cursos de formación.

Este proyecto posibilita la implantación de una red del profesorado de la asignatura que trabaje en los centros TIC de toda Andalucía, de forma cohesionada, coordinada y colaborativa de cara al desarrollo futuro de grupos de trabajo que potencien materiales y contenidos de calidad en el ámbito de las plataformas de teleformación.

## **2. Ideas y aportaciones en futuros proyectos**

El Modelo Bordón de aprendizaje musical en la ESO se presenta como una apuesta de futuro que tiene implicaciones y aplicaciones muy variadas (Espigares y García, 2006). Nuestro modelo pedagógico-musical está implementándose también en otras asignaturas como las matemáticas en secundaria obligatoria y post-obligatoria (Espigares y Real, 2007) y se vincula al proyecto de excelencia subvencionado por la Junta de Andalucía *Teón XXI: Creación de Recursos Online para el Conocimiento y Difusión de la Cultura de Género en la Escuela* (P06-HUM-01408) (Espigares y García, 2007) del grupo de investigación MIDE de la Universidad de Sevilla. En este proyecto, empleamos herramientas procedentes del EDM, para la evaluación del proceso de uso de la nuestra plataforma telemática, donde se refleja la actividad a través de múltiples variables de estudio y miles de registros. A través de la minería de datos educativos podemos cuantificar la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje, los contenidos de un curso, mejorar o corregir la estructura del propio curso, clasificar o agrupar al alumnado, buscar patrones de comportamiento generales o anómalos, evaluar las actividades realizadas en un curso, su efectividad, motivación, monitorizar actividades, localizar errores más frecuentes, medir el grado de dificultad de una actividad y diseñar planes de instrucción adaptados.

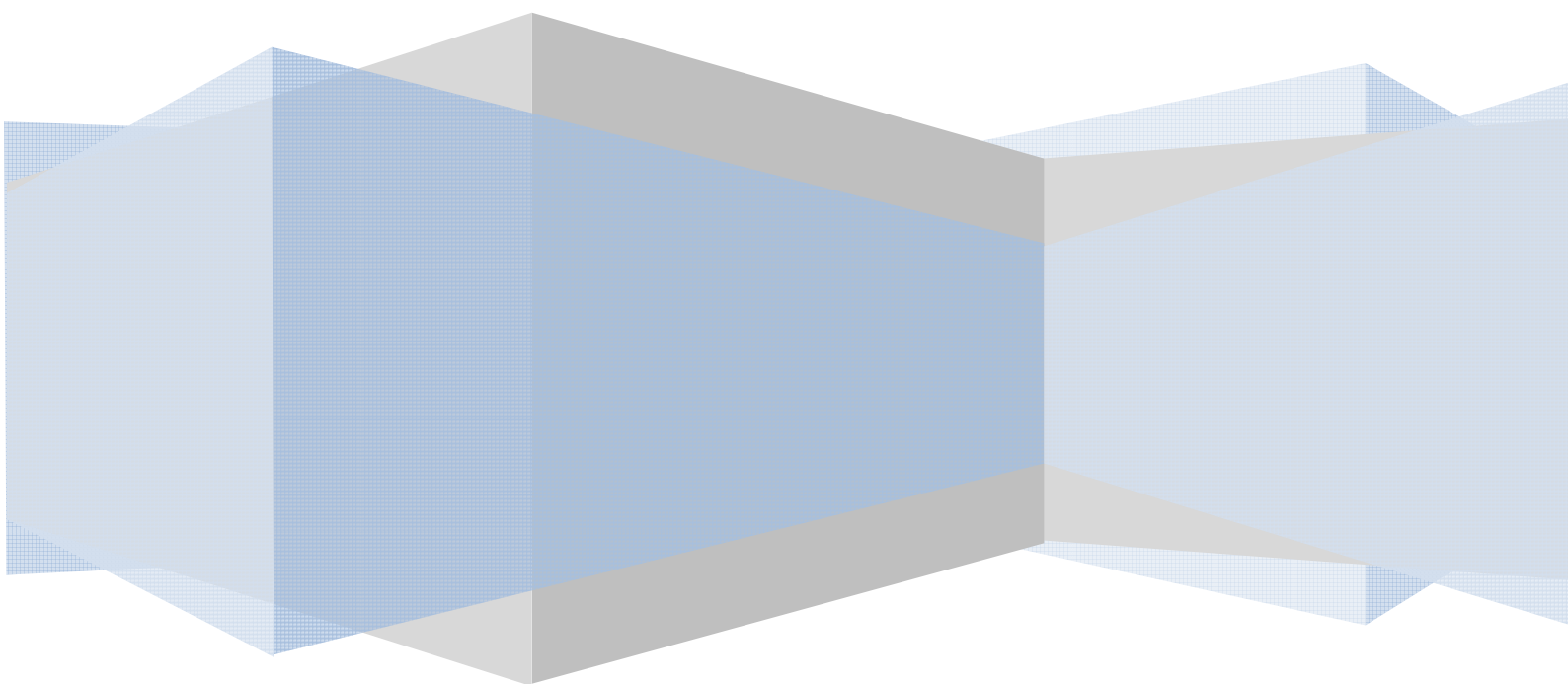


Por otro lado, una de las líneas de expansión, desarrollo y aplicación del EDM, la orientamos al desarrollo del proyecto financiado por el Ministerio de Educación titulado *Diseño, Implementación y Evaluación de un programa informático para el adiestramiento rítmico en Conservatorios y Escuelas de Música*, proyecto de I+D+I, orientado a los conservatorios de música españoles y dirigido por el Dr. Jesús Tejada Giménez de la Universidad de Valencia. Mediante el EDM, analizamos las tablas de registro de actividad del programa con el que trabajamos (*Tactus*), lo cual nos permite evaluar y analizar con un mayor grado de precisión que con las técnicas estadísticas clásicas en el campo de la Educación Musical.

*Otra de las líneas de expansión de nuestro modelo educativo-musical* es el denominado m-learning (*mobile learning*), aprendizaje basado en dispositivos móviles como la PDA y los *pocket pc* o también llamados ordenadores de bolsillo (Sharples y otros, 2005). En esta línea también se sitúa el u-learning (*ubiquitous learning*), aprendizaje ubicuo (Pagés, 2008), que plantea la formación como un proceso continuo que acompaña a las actividades de la vida cotidiana, independientemente del lugar o el momento en el que nos encontremos. En ambos marcos de tecnología educativa punta, el EDM se constituye como herramienta útil para tareas de diagnóstico.



# **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**





## ***Referencias bibliográficas***

---

- Adell, J. E. (1998). *La música en la era digital*. Lleida: Milenio.  
Documento electrónico en: [www.area\\_musica.php3](http://www.area_musica.php3) (consultado 8/62006).
- Aires, L. et al. (2006). Alteridad y emociones en las comunidades virtuales de aprendizaje. *Revista Electrónica de Ciencias de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 7 (2). Documento electrónico en: <http://www.usal.es/teoriaeducacion> (consultado 15/11/2008).
- Area, M. (2004). *Los medios y las tecnologías en la educación*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Arnal, J., et al. (1992). *Investigación educativa. Fundamentos y metodología*. Barcelona: Labor.
- Barenboim, D. (2002a). Discurso pronunciado por Daniel Barenboim en la recepción del Premio Príncipe de Asturias de la Concordia 2002. *Fundación Príncipe de Asturias*. Documento electrónico en: [www.fpa.es](http://www.fpa.es) (consultado 1/4/2003).
- Barenboim, D. (2002b). No Peace Process without Education. En *Journal Palestine* Documento electrónico en: [http://www.danielbarenboim.com/journal\\_palestine.htm](http://www.danielbarenboim.com/journal_palestine.htm) (consultado 5/6/2006).
- Bartolomé, M. (1997). Metodologies qualitatives orientades cap al convis i la presa de decisions. En Mateo, J., Vidal, C., *Enfocaments, métodos i àmbits de la investigació psicopedagògica*. Barcelona: Unversitat Oberta de Catalunya.

- Bauer, W. (1999). Music educators and the Internet. *Contributions to music education*, 26 (2), 51-63.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique*. Londres: Rowman & Littlefield.
- Bhabha, H. K. (1994). *The location of culture*. Londres: Routledge.
- Biggs, J. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid : Narcea.
- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Booth, W. C., Colon, G. G., William, J. M. (2001). *Cómo convertirse en un hábil investigador*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Borrás, I. (1998). Enseñanza y aprendizaje con la Internet: Una aproximación crítica. *Pixel-Bit*. Documento electrónico en: <http://www.sav.us.es/pixelbit/pixelbit/articulos/n9> (consultado 28/10/2008).
- Bourdieu P. y Passeron (1981). *La reproducción*. Barcelona: Laia.
- Brown, A. L., y Campione, J. C. (1990). Communities of learning and thinking, or a context by any other name. *Human Development*, 21, 108–129. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Brown, A. L., y Campione, J. C. (1996). Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems. En L. Schauble y R. Glaser (Eds.), *Innovations in learning* (pp. 289–325). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Brown, A. L., Campione, J. C., Ferrara, R. A., Reeve, R. A., y Palincsar, A. S. (1991). Interactive learning and individual understanding: The case of reading and mathematics. En L. T. Lansmann (Ed.), *Culture, schooling, and psychological development*. *Human development*, 4, 136–170. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Brown, A. R. (2007). *Computers in music Education*. Brisbane: Queensland University of Technology.
- Brusilovsky, P. (2000). Adaptive Hypermedia; From Intelligent Tutoring Systems to Web-Based Education. En G. Gauthier, C. Frasson y K. Van Lehn (Eds.). *Intelligent Tutoring Systems*. Montreal, Canadá: 5th International Conference, ITS.
- Buendía, L. (1996). La investigación sobre evaluación educativa. *Revista de Investigación Educativa*, 14 (2), 2-24.
- Casanova, M. A. (2002). *Evaluación de programas interculturales: un camino hacia la calidad*. Oxford: Clarendon Press.

- Chan, M. E. (2000). *Guía para la elaboración de materiales educativos orientados al aprendizaje autogestivo*. México: Universidad de Guadalajara.
- Chan, M. E. (2004). *Modelo mediacional para la educación en línea*. México: Universidad de Guadalajara.
- Chan, M. E., Galeana, L., Ramírez. M. S. (2007). *Desarrollo de objetos de aprendizaje basado en patrones*. Brasil: Virtual Educa.
- Chizmar, J. F. y Williams D. B. (1996). Altering time and space trough network technologies in enhance learning. *Cause/Effect*, 19 (3), 14-21.
- Chizmar, J. F. y Williams, D. B. (1998). Internet delivery of instruction: Issues of bet teahing practice, administrative hurdles, and old fashioned politics. *Campus-wide Information Systems*, 15 (5), 169-173. Documento electrónico en: <http://www.orat.ilstu.edu/CAUSE/webteach.html> (consultado 2/2/2006).
- Chizmar, J. F. y Williams, D. B. (1999). Deconstructing classroom technology in practice: What our Web technologies suggest about what faculty want. *Educause Quarterly*. Documento electrónico en: <http://www.educause.edu/pub/eq> (1/2/2006).
- Chizmar, J. F. y Williams, D. B. (2001). What do faculty want? *Educause Quarterly*, 24 (1). Documento electrónico en: <http://www.educause.edu/pub/eq/eqm01/eqm011w.html> (consultado 1/2/2006).
- Colás, P. (1998). Métodos y técnicas cualitativas de investigación en psicopedagogía. En L. Buendía et al., *Métodos de investigación en Psicopedagogía* (pp. 251-286). Madrid: McGraw-Hill.
- Colás, P. (2000a). *Bases metodológicas de la Investigación Educativa. Proyecto docente e investigador*. Documento Inédito.
- Colás, P. (2000b). Evaluación educativa: panorama científico y nuevos retos. En González, T. (Ed.). *Evaluación y Gestión de la Calidad*. Málaga: Aljibe, 22-47.
- Colás, P. (2001a). Postmodernismo, feminismo e investigación educativa. *Universitas Tarraconensis*, 2001, 107-128.
- Colás, P. (2001b). Educación e Investigación en la Sociedad del Conocimiento: Enfoques Emergentes. *Revista de Investigación Educativa*, 19 (2), 291-313.
- Colás, P. (2001c). Prólogo. En Rebollo, M. A.: *Discurso y Educación* (pp.15-19). Sevilla: Mergablum.
- Colás, P. y Rebollo, M. A. (1997). *Evaluación de programas*. Sevilla: Kronos.
- Cole, M. (1999). *Psicología Cultural*. Madrid: Morata.

- Coll, C. (2007). Ayudar a aprender en redes electrónicas de comunicación asincrónica escrita: la presencia docente y las funciones del profesor en los procesos de construcción del conocimiento. Documento electrónico en: [www.psyed.edu.es/grintie/index](http://www.psyed.edu.es/grintie/index) (consultado 28/2/2009).
- Coll, C. y Monereo, C. (Eds.) (2008). *Psicología de la educación virtual*. Madrid: Morata.
- Cosenza, G. y MacLeod, S. (1998). Vermont MIDI Distance Learning Network: a model for technology in classroom learning. Proceedings of the Fifth International Technological Directions in Music Learning Conference, San Antonio, Texas.
- Cuthbert, A. J. (2003). Wise learning Communities. Design Considerations. En A. K. Renninger y W. Shumar (Eds.), *Building Learning communities. Learning and change in cyberspace* (pp. 215-246). Cambridge: Cambridge University Press.
- Daniels, H. (2003). *Vygotski y la pedagogía*. Barcelona: Paidós.
- Davydov V. V. (1995). The Influence of L. S. Vygotsky on Education Theory, Research, and Practice. *Educational Researcher*, 24 (3), 12-21.
- De la Cruz, I., Jociles, M. I., Piqueras, A. y Rivas, A. M. (2002). *Introducción a la antropología para la intervención social*. Valencia: Editorial Tirant lo Blanch.
- Delgado, J. M. y Gutiérrez, J. (1994). *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en Ciencias Sociales*. Madrid: Síntesis.
- De Miguel, M. (1989). La metodología de la investigación participante y desarrollo comunitario. Actas de las Jornadas de Educación Permanente, Gijón, España.
- De Pablos, J. (1996). *Tecnología y Educación. Una aproximación sociocultural*. Barcelona: Cedecs.
- Dodge, B. (1995). Some Thoughts About Webquests. Documento electrónico en: [http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec596/about\\_webquests.html](http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec596/about_webquests.html) (consultado 5/2/2007).
- Dodge, B. (2002). The Webquest Process Design. Documento electrónico en: [http://webquest.sdsu.edu/design\\_steps/index.html](http://webquest.sdsu.edu/design_steps/index.html) (consultado 5/2/2007).
- Downs, D. (1993). Cedar Falls harp project: Music instruction on the fiber optic telecommunications network. En M. R. Simonson, C. Scholosse, y M. Anderson (Eds.), *Encyclopedia of distance education research in Iowa* (pp. 108-111). Ames, IA: Teacher Education Alliance of the Iowa Distance Education Alliance.
- Duffy, T. M. y Jonassen, D. H. (Eds.) (1992). *Constructivism and the technology of instruction*. Lawrence.



- Earle, R. S. (2002). The integration of Instructional Technology into Public Education: Promises and Challenges. *ET Magazine*, 42 (1), 5-13.
- Echeverría, J. (2000). *Un mundo virtual*. Barcelona: Plaza and Janés.
- Elliot, J. (1978). What is Action-research in the School. *Journal of Curriculum Studies*, 10 (4), 355-7. (Versión castellana: ¿en qué consiste la investigación en la escuela? Cap. I de la obra *La investigación acción en educación*. Madrid: Morata, 1990).
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki, Finlandia: Orienta-Konsultit Oy.
- Espigares, M. J. (2006). La Educación Musical en centros TIC de la ESO. Actas del Congreso Internacional de Música y Tecnología Educativas Contemporáneas (en prensa). Sevilla, España.
- Espigares, M. J. y García, R. (2006). Educación musical con TIC en Escuelas Multiculturales. Almería: Actas del *I Jornadas Internacionales de Educación Intercultural* (VI Jornadas de Educación Intercultural) “convivencia y mediación intercultural”. Documento electrónico en: <http://www.ual.es/GruposInv/EducacionIntercultural/> (en prensa y CD-ROM).
- Espigares, M. J. y García, R. (2007). Regulación del “Tercer Espacio” en la Educación Secundaria: Desarrollo e Investigación de un Modelo de Educación Musical en un Centro TIC. Actas del Congreso Nacional de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación, San Sebastián, España.
- Espigares, M. J. y Real, P. (2007). Matemática e imagen digital: el proyecto Imagen. La Habana: Actas de la *XII Convención y Expo Internacional Informática 2007*, La Habana (en CD-ROM).
- Esteve, J. J. (1987). *El malestar docente*. Barcelona: Laia.
- Gutiérrez, C. D., Baquedano-López, P. y Tejeda, C. (1999). Rethinking diversity: Hybridity and Irbid language practices in the third space. *Mind, Culture and Activity*, 6 (4), 286-303.
- Falchicov, N. y Goldfinch, J. (2000). Student Peer Assessment in Higher Education: A Meta-Analysis Comparing Peer and Teacher Marks. *Review of Educational Review*, 70 (3), 287-322.
- Fallin, J. (1996). Concerts for children via distance learning. En K. Walls (ed.), *Proceedings of the second internacional Technological Directions in Music Education conference* (pp. 29-30). San Antonio, TX: Institute for Music Research.
- Fayyad, U. M., Pitatesky-Shapiro, G., Smyth, T. y Uthurasamy, R. (1996). *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. Massachusetts: AAAI/MIT Press.

- Feldstein, S. (2001). Music education and technology: past, present, and future. *Teaching Music*, 9 (3), 26-30.
- Fernández-Ballesteros, R. (1995). *Evaluación de programas*. Madrid: Síntesis.
- Fernández, F. (2007). *Sociología de la educación*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Ferrández, A. (1999). *Didáctica i components de l'acte didàctic*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Frawley, W., Piatetsky-Shapiro, G. y Matheus, C. (1992). Knowledge Discovery in Databases: An overview. *AI Magazine*, 213-228.
- Frega, A. L. y Poch de Gratzler, D., (1992). *Aproximación a la Investigación en Educación Musical*. Buenos Aires: Collegium Musicum.
- Fubini, E. (1992). *La estética musical desde la antigüedad hasta el siglo XX*. Madrid: Alianza Editorial.
- Fubini, E. (1994). *Música y lenguaje en la estética contemporánea*. Madrid: Alianza Música.
- García, E., (2001). *Historia de la Educación Musical*. Madrid: Ariel.
- García, R. (2001). La resolución de problemas. En M. A. Rebollo Catalán (Coord.), *Discurso y Educación* (pp.123-151). Sevilla: Mergablum.
- García, R. (2003). Las Técnicas e Instrumentos de Diagnóstico en el Campo Científico Interdisciplinar de la Educación. En García Pérez (Ed.) *Técnicas e Instrumentos de Diagnóstico*, Capítulo 1 (pp. 19-130). Proyecto Docente del Dpto. MIDE de la Universidad de Sevilla. Sevilla: Ed. IETE (en prensa).
- Gilberts, J. (2000). Cassandra 2000. Documento electrónico en: <http://www.nyu.edu/class/gilbert> (consultado 6/5/2007).
- Giudici, P. (2003). *Applied Data Mining. Statistical Methods for Business and Industry*. Wiley.
- González Manjón, D. (1993). *Cómo enseñar en la Educación Secundaria*. Serie: Fundamentos psicopedagógicos. Madrid: Eos.
- González, C. S. (2003). Mirando hacia el futuro. Los sistemas tutoriales inteligentes en Internet. Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías. Universidad de La Laguna (Documento inédito).
- González, T. (2000). *Evaluación y gestión de la calidad educativa*. Málaga: Aljibe.

- Grazioso, G., (ed.), (1994). *L'educazione musicale tra passato, presente e futuro*. Milán: Ricordi.
- Guba, E. (1990). The Alternative paradigm dialog. En E Guba,. (Ed.), *The paradigm dialog*. New Bury: SAGE Publications.
- Gutiérrez, C. D., Baquedano-López, P. y Tejeda, C. (1999). Rethinking diversity: Hybridity and Irbid language practices in the third space. *Mind, Culture and Activity*, 6 (4), 286-303.
- Gutiérrez, C. D., Baquedano-López, P., Alvarez, H. y Chiu, M (1999). A Cultural-Historical Approach to collaboration: building culture of collaboration through hybrid language practices. *Theory into Practice*, 83 (2), 87-93.
- Habermas, J. (2001). *Teoría de la Acción Comunicativa*. Vol. 2. Madrid: Taurus.
- Hargreaves, D. J. (2002). *Música y desarrollo psicológico*. Barcelona: Grao.
- Haykin, S. (1994). *Neuronal Networks*. Prentice Hall.
- Henderson, A. C. (1996). Teaching conducting long distance. *Proceedings of the second international Technological directions in Music Education conference*, San Antonio, TX.
- Hemsey de Gainza, V. (2004). *Revista Musical Chilena*, 201. Chile: Universidad de Chile. Facultad de Artes.
- Hemsey de Gainza, V. (2003). *La educación musical entre dos siglos: del modelo metodológico a los nuevos paradigmas*. Victoria-Buenos Aires: Universidad de San Andrés.
- Hemsey de Gainza, V. (ed.) (1990). *Nuevas perspectivas de la educación musical*. Buenos Aires: Guadalupe ISME.
- Hickey, M. (1998). MICNet. Documento electrónico en: <http://collaboratory.acns.nwu.edu/micnet/index.html> (consultado 22/4/2007).
- Hunt, A. y Kirk, R. (1997). Technology and Music: incompatible subjects? *British Journal Music Education* 14 (2), 151-161.
- Hutchins, E. L. (1986). Mediation and automatization. *The Quarterly Newsletter of the Laboratory of Comparative Human Cognition*, 8, 47-58.
- Jain, A. K. y Dubes, R. C. (1988). *Algorithms for Clustering Data*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Jensen, F. (2001). *Bayesian networks and Decision Graphs*. Nueva York: Springer-Verlag.
- Jiménez, I. y Muñoz, V. (2005). *Psicología de la educación y del desarrollo*. Sevilla: Edición Digital @tres.
- Jonassen, D. y Rohrer-Murphy, L (1999). Activity theory as a framework for designing Constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47 (1), 61-79.
- Jorgensen, E. R. (2008). *The art of teaching music*. Indianápolis: Indiana University Press.
- Kansas State Board of Education (1993). *ITV, interactive television: The future is now: Sharing our resources through communication*. Topeka: Kansas State Board of Education.
- Kanuka, H. y Anderson, T. (1999). Using constructivism in Technology-Mediated Learning: Constructing Order Out of the Chaos in the Literature. *Radical Pedagogy*, 1 (2). Documento electrónico en <http://www.icaap.org/iuicode> (consultado 30/3/2008).
- Koschmann, T. (ed.) (1996). *CSCL. Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum.
- Kozulin, A. (1998). *Vygotsky's Educational Theory in Cultural Context (Learning in Doing: Social, Cognitive and Computational Perspectives)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, J. y Wenger E. (1991). *Situated Learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Latorre, A. et al. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: GR 92.
- Lazzeta, F. (1997). O Fonografo, o computador e a Música na Univerfsidade Brasileira. Documento electrónico en: <http://eca.usp.br/pro/iazsetta/papers/anppom.htm> (consultado 92/07/00).
- León, J. M. (1998). *Psicología social*. Madrid: McGraw-Hill.
- Lozano, J. A. (2001). Aportaciones Metodológicas de la Investigación a la Docencia. *Actas de las VII Jornadas de enseñanza universitaria de la Informática*, Palma de Mallorca, España.
- LTSC (2000). Learning Technology Standars Commitee. Documento electrónico en: <http://ltsc.ieee.org> (consultado 20/9/2008).

- Luan, J. (2000). *Data mining as driving by Knowledge Management in Higher Education-Persistence clustering and prediction*. Seattle, WA. Tesis doctoral
- Luan, J. (2001). *Data Mining Applications in Higher Education. A chapter in the upcoming New Directions for Institutional Research*. Serban, A., and Luan, J. (Eds.). Josse-Bass. San Francisco.
- Martínez, A. et al. (1990). La evaluación de programas de intervención en las instituciones de menores en Valencia. *Revista de investigación educativa*, 8 (16), 325-331.
- Madaus, G. F., Scriven, M. S. y Stufflebeam, D. S. (1988). *Evaluation models: viewpoints on educational and human services evaluation*. Boston: Kluwert-Nijhoff.
- Manevau, G. (1993). *Música y Educación*. Madrid: Rialp.
- March, T. (2000). WebQuests 101. Tips on choosing and assessing WebQuests Multimedia Schools. Documento electrónico en: <http://www.infotoday.com/MMSchools> (consultado 8/3/2007).
- Mark, D. (1997). La revolución digital como desafío para la educación musical. En V. Hemsy de Gainza (Coord.), *La educación musical a las puertas del siglo XXI*. Buenos aires: Guadalupe.
- Marquès, P. (2004). Las webs docentes: instrumentos eficaces para la mejora de los sistemas educativos. *Bordón: Revista de orientación pedagógica*, 56, 3-4.
- Mateo, J. (2000). *La evaluación educativa, su práctica y otras metáforas*. Barcelona: ICE/Horsori.
- Mayor, C., Murillo, P., Ballesteros, C. y Japón, D. (2008). *La evaluación como estrategia de mejora educativa*. Sevilla: Digital @tres.
- McCloud, W, y Rose, E. (1995). Impact NC; Impact on education: Impact on life. En K. Walls (Ed.), *Proceedings of the second International Technological Directions in Music Education Conference* (pp. 38-40). San Antonio, TX: Institute for Music Research.
- McDonald, B. (1983). La evaluación y el control de la educación. En J. Gimeno, J y A. Pérez (Eds.), *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: Akal Universitaria.
- Merril, D. (2000). “Teoría de la transacción Educativa (TTE): Diseño educativo basado en objetos de conocimiento”. En Ch. Reigluth (Coord.), *Diseño de la instrucción, teorías y modelos*, Parte I, Aula XXI. Madrid: Santillana.
- Minarei-Bigdoli, B. (2004). *Data mining for a web-based educational system*. Michigan, US: Universidad de Michigan. Tesis doctoral.

- Moll, L. C., y Greenberg, J. B. (1990). Creating zones of possibilities: combining social contexts. En L. C. Moll (ed.), *Vygotsky and education: Instructional implications and applications of sociohistorical psychology* (pp. 319–348). New York: Cambridge University Press.
- Morin, E. (1994). Epistemología de la Complejidad. En Dora Fried Schnitman (Comp.), *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Barcelona: Paidós.
- Ovelar R. y Benito, M. (2005). La transformación tecnológica de los entornos de aprendizaje. Documento electrónico en: <http://pulsar.ehu.es> (consultado 14/11/2008).
- Pagés, Ll. (2008). Aprendizaje ubicuo, compartido y relevante. *Novática: Revista de la Asociación de Técnicos de Informática*, 34 (193).
- Palincsar, A. S. y Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and instruction*, 1, 117-175.
- Palincsar, A. S. y Brown A. L. (1988). Teaching and practicing thinking skills to promote comprehension in the context of group problem solving. *Remedial and Special Education*, 9 (1), 53-59.
- Palincsar, A. S. y Brown, A. L. (1989). Classroom dialogues to promoted self-regulated comprehension. En J. Brophy (Ed.), *Advances in research on teaching*, 1, 35-72.
- Palincsar, A. S. y Brown, A. L. (1991). Scaffolded instruction of listening comprehension with first graders at risk for academic difficulty. En J. Bruer (Ed.), *Toward the practice of using sound instruction* (pp. 50–65). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Palincsar, A. S., Stevens, D. D., y Gavelek, J. R. (1989). Collaborating with teachers in the interest of student collaboration. *International Journal of Educational Research*, 13, 41–53.
- Paulsen, M.F. (1995). Moderating educational computer conferences. En Z.L. BERGE. y M.P. Collins (Eds.), *Computer-mediated communication and the on-line classroom in Distance Education*. Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariante*. MacGraw Hill.
- Pérez-Grande, M. D. y otros (1999). Prejuicios, estereotipos y otras profecías auto-cumplidoras. Un reto para la Educación Intercultural. *Pedagogía Social*, 3, 125-135.
- Pérez, G. (1990). *Investigación-acción. Aplicaciones al campo social y educativo*. Madrid: Dykinson.
- Piaget, J. y García, R. (1989). *Hacia una lógica de significaciones Lógica/Epistemología*. México: Gedisa.

- Pont, E. (1999). *Models d'acció didàctica*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.
- Proyecto Mos (2006). Portal educativo del Ministerio español de Educación, Política Social y Deporte. Documento electrónico en: <http://recursos.cnice.mec.es/musica/index.php> (consultado 2/11/2008).
- Quintana, J. J. (ed.) (1986). *Investigación participativa*. Madrid: Narcea.
- Ramírez, J. D. (1995). *Usos de la palabra y sus tecnologías. Una aproximación dialógica al estudio de la alfabetización*. Buenos Aires: Miño y Dávila.
- Rees, F. J. y Downs, D. (1995). Interactive television and distance learning. *Music Educators Journal*, 82 (2), 21-25.
- Rees, F. J. (1996). A preliminary evaluation of the University of Northern Iowa's Master of Music Program in Music Education on the Iowa Communications Network. En K. Walls (Ed.), *Proceedings of the second International Technological Directions in Music Education Conference* (pp.34-39). San Antonio, TX: Institute for Music Research.
- Rees, S. (1999). Potential and problems of Internet-based music composition mentoring. *Southeast Journal of Music Education*, 11, 1-11.
- Repp, R. S. (1998). Pre-service music teacher attitudes toward an Internet-based presentation of the McClosky. Technique for vocal relaxation. En S. Lipscomb (ed.), *Proceedings of the fifth international Technological directions in Music Education conference*. San Antonio, TX: Institute for Music Research.
- Rodríguez Alvira, J. (2000). Teoría práctica de la música. <http://www.teoria.com/> (consultado 25/6/07).
- Rogoff, B. (1993). *Aprendices del pensamiento. Desarrollo cognitivo en contexto social*. Barcelona: Paidós.
- Romero et al. (2005). Knowledge Discovery with Genetic Programming for Providing Feedback to Courseware Authors. *User Modeling and User-Adapted Interaction*. Documento electrónico inédito.
- Romero, S. y Ventura, C. (2007). Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers and Education* (en prensa).
- Ruippo, M. (1999). *Net conferencing in music distance education: observations on a pilot Project*. Documento electrónico en: <http://www.pedanet.jyu.fi/cato/calive/musdista.html> (consultado 5/4/2007).
- Said, E. (2002). Discurso pronunciado por Edward Said en la recepción del Premio Príncipe de Asturias de la Concordia 2002. *Fundación Príncipe de Asturias*. [www.fpa.es](http://www.fpa.es) (Consultado 1/4/2003).

- Said, E. (2004a). *Cultura e Imperialismo*. Barcelona: Anagrama.
- Said, E. (2004b). *El mundo, el texto y el crítico*. Barcelona: Debate.
- Salmerón, H. et al. (1997). *Evaluación educativa*. Granada: Gráficas Lino.
- Sanz, R. (1990). *Evaluación de programas de orientación educativa*. Madrid: Pirámide.
- Scardamalia, M. y Bereiter, C. (1991). Higher Levels of Agency for Children in Knowledge Building: A Challenge for the Design of New Knowledge Media. *Journal of the Learning Sciences*. Documento electrónico en: <http://www.leaonline.com/doi/abs> (consultado 1/11/2007).
- Scardamalia, M. y Bereiter, C. (1996). Engaging Students in a Knowledge Society. *Journal of the learning sciences*. Documento electrónico en: <http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/custom/portlets/record> (consultado 20/10/2007).
- Sharples, M., Taylor, J. y Vavoula, G. (2005). *Towards a theory of mobile learning*. Birmingham: Open University (UK). Documento electrónico en: <http://www.mlearn.org.za/CD/papers> (consultado 14/11/2008).
- Sierra, B. (Coord.) (2006). *Aprendizaje automático: conceptos básicos y avanzados. Aspectos prácticos utilizando el software Weka*. Madrid: Editorial Pearson Prentice Hall.
- Silvestre, A. y Blanck, G. (1993). *Bajtín y Vygotski: la organización semiótica de la conciencia*. Barcelona: Anthropos.
- Smith, K. (1996). Virtual teaching. *The Strad*, 107 (1277), pp. 912-915.
- Soriano, E. (2002). *Interculturalidad: fundamentos, programas y evaluación*. Madrid: La Muralla.
- SPSS Ins. (2000). *SPSS 15. Manual del usuario*. Chicago: SPSS Inc.
- SPSS Ins. (2005). *SPSS Clementine. Manual del usuario*. Chicago: SPSS Inc.
- Stake, R. E. (1967). The countenance of educational evaluation. *Teachers College Record* 68, 523-440.
- Stenhouse, L. (1984). *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid: Morata.
- Stevens, D. (1967). Madrigali guerrieri, et amorosi: A Reappraisal for the Quatercentenary, *Musical Quarterly*, 53, 161.
- Struth, A. (1985). *Grundriss der Musikpädagogik*. Mainz: Schott.



- Stufflebeam, B. M. y Skinkfield, A. (1987). *How to focus an evaluation*. California: Sage.
- Tavares, M. (1995). *Os processos criativas com os meios eletrônicos*. Brasil: Universidad de Campina. Tesis de maestría.
- Tejada, J. (2004). Música y mediación de la tecnología en sus procesos de aprendizaje. *Educación XXI*, 7, 15-26. Documento electrónico en <http://e-spacio.uned.es/fez> (consultado 28/10/2008).
- TIME (2000). Technology Institute for Music Educators. Documento electrónico en: <http://www.ti-me.org/> (consultado 04/07/00).
- Therling, K. (1995). *An overview of Data Mining at Dun and Bradstreet*. DIG White Paper.
- Tudge, J. (1997). Collaboration from a Vygotskian Perspective. Documento electrónico en: <http://eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql> (consultado 1/11/07).
- UNESCO (2008). Informe Mundial sobre la Educación: Los docentes y la enseñanza en un mundo en mutación. París: Ediciones UNESCO.
- Van Dijk, T. A. (Comp.) (2000). *El discurso como estructura y proceso*. Barcelona: Paidós.
- Vernon, H. (1982). *Artistry: The work of Artists*. Indianápolis: Hackett.
- VV.AA. (2007). *Introducción a la minería de datos*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Vygotsky, L. S. (1987). The collected Works of L. S. Vygotsky. *Problems of general Psychology*. En R. W. Rieber y A. S. Carton (Eds.), *Thinking and speech*, vol. XXI. Nueva York: Plenum Press.
- Wertsch, J. V. (1988). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Wertsch, J. V. (1993). *Voces de la mente*. Madrid: Editorial Visor.
- Wertsch, J. V. (1999). *La mente en acción*. Buenos Aires: Aique.
- Witten, I. H. y Frank, E. (2005). *Data mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*. Morgan Kaufmann, Series in data Management Systems.
- Worthen, B. R. y White, K. R. (1987). *Evaluating educational and social programs*. Boston: Kluwer-Nijhoff.

Wyley, D. A. (2000). *Learning object design and sequencing theory*. Brigham Young University. Tesis doctoral.

# ANEXOS

## 1. Escalas tipo Likert

1.1. Escala para el juicio de expertos acerca del diseño de la plataforma educativa

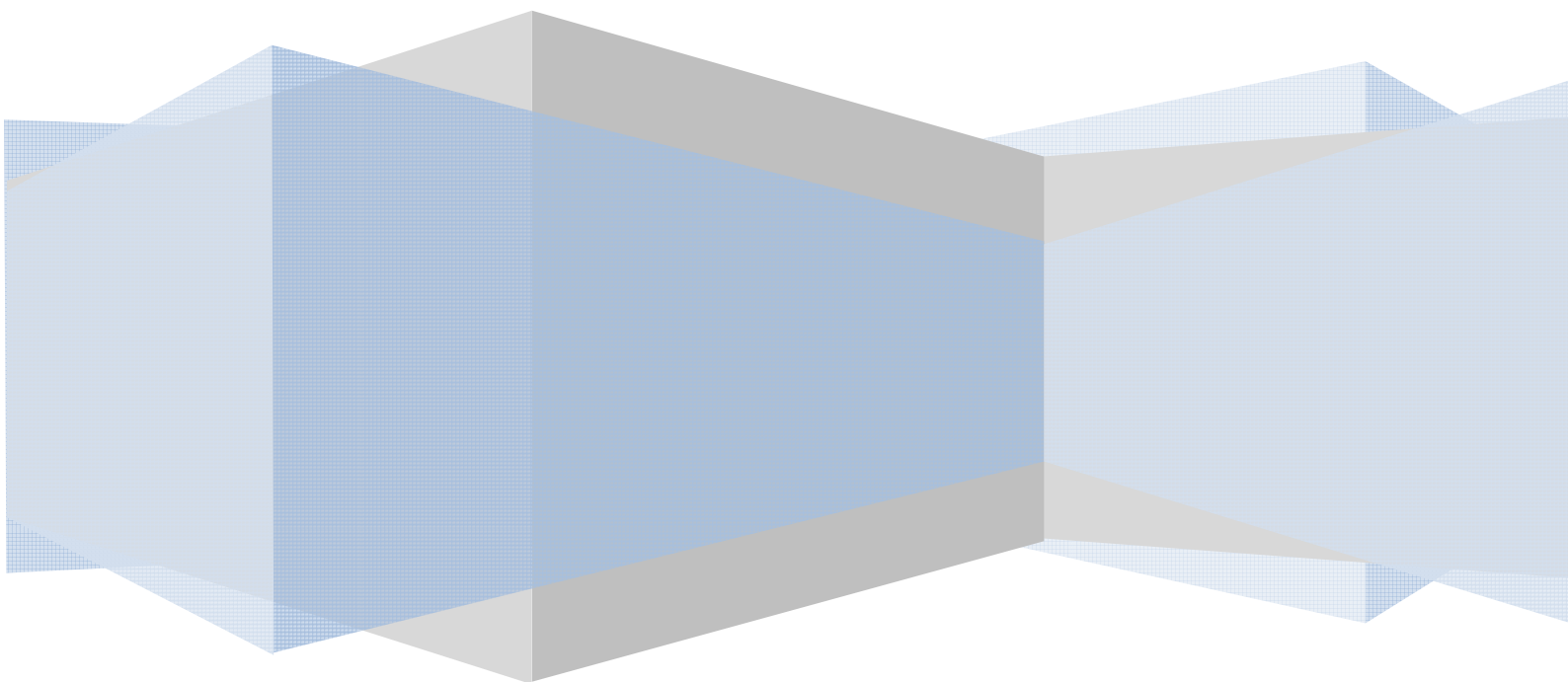
1.2. Escala sobre actitud en el Modelo Bordón

1.3. Escala sobre trabajo en el Modelo Bordón

1.4. Escala sobre aprendizaje en el Modelo Bordón

## 2. Transcripción del grupo de discusión

## 3. Guía de minería de datos educativos musicales





## *Anexos*

---

### **1. ESCALAS TIPO LIKERT**

#### **1.1. Escala para el juicio de expertos acerca del diseño de la plataforma educativa**

- *Datos personales*

NOMBRE Y APELLIDOS:

SEXO:

PROFESIÓN:

EDAD:

- *Presentación.*

Esta escala ha sido confeccionada para valorar a través del juicio de expertos en Pedagogía, Informática y Música el DISEÑO de la plataforma educativa, que forma parte del Modelo Bordón para la Educación Musical con TIC. A nivel teórico, el planteamiento teórico que hacemos en esta encuesta procura que haya tres apartados: aspectos funcionales, aspectos técnicos y científicos y aspectos pedagógicos, de forma que los ítems tengan un número aproximado para proporcionar a la herramienta de recogida de información la validez y fiabilidad necesaria. Por otro lado, agradecemos sinceramente la colaboración de los expertos y les damos las gracias por su valiosa aportación.

- *Consigna de valoración de los ítems*

1. Valoración Baja. Estimamos que la valoración es baja cuando consideramos negativa nuestra opinión con respecto al ítem
2. Valoración Regular. Estimamos que la valoración regular cuando consideramos que no es baja pero sin embargo está por debajo de un nivel normal
3. Valoración Normal. Estimamos que la valoración es normal cuando consideramos que está en un nivel aceptable sin llegar a destacar positiva ni negativamente
4. Valoración Buena. Estimamos que la valoración es positiva, ubicándose por encima de la normalidad
5. Valoración Muy buena. Estimamos que la valoración es muy positiva, ubicándose muy por encima de la normalidad

- *Redacción de los ítems*

**ASPECTOS FUNCIONALES**

1. La estructura es sencilla, con apartados informativos e índice de enlaces a los contenidos	1	2	3	4	5
2. La información se comparte con el profesor y los alumnos	1	2	3	4	5
3. Presenta el plan docente de la asignatura de forma clara y accesible	1	2	3	4	5
4. Ofrece recursos didácticos variados: tests, chats, foros, videos, audiciones	1	2	3	4	5
5. Proporciona foros de debate y entornos para la tutoría permanente	1	2	3	4	5
6. Proporciona un fácil acceso online	1	2	3	4	5
7. Relevancia e interés de los contenidos	1	2	3	4	5
8. Facilidad de uso del sistema de navegación	1	2	3	4	5
9. Proporciona múltiples enlaces externo	1	2	3	4	5

10. Incluye la posibilidad de crear foros para trabajar con alumnos de Necesidades Educativas Especiales	1	2	3	4	5
--	---	---	---	---	---

**ASPECTOS TÉCNICOS Y ESTÉTICOS**

11. Calidad de entorno audiovisual	1	2	3	4	5
12. Iconicidad del entorno	1	2	3	4	5
13. Calidad y cantidad del material multimedia	1	2	3	4	5
14. Gestión ágil de los links: nombres claros, ventanas nuevas, todo a 3 clic (como mucho)	1	2	3	4	5
15. Estética, entorno agradable	1	2	3	4	5
16. Originalidad y uso de tecnología avanzada	1	2	3	4	5
17. Calidad y estructuración de los contenidos	1	2	3	4	5
18. Cantidad de los recursos que ofrece	1	2	3	4	5
19. Incluye documentos y materiales didácticos originales	1	2	3	4	5

**ASPECTOS PEDAGÓGICOS**

20. Capacidad de motivación, atractivo, interés...	1	2	3	4	5
21. Adecuación de los contenidos a los destinatarios	1	2	3	4	5
22. Potencialidad de los recursos didácticos empleados	1	2	3	4	5

23. Presenta de forma clara la programación de la asignatura y las normas de uso de la plataforma	1	2	3	4	5
24. Proporciona ejercicios de evaluación autocorrectivos	1	2	3	4	5
25. Facilita la realización de trabajos colaborativos	1	2	3	4	5
26. Permite el intercambio del conocimiento	1	2	3	4	5
27. Posibilita el autoaprendizaje	1	2	3	4	5
28. Permite la autonomía en el trabajo	1	2	3	4	5

## 1.2. Escala sobre actitud en el Modelo Bordón

- *Datos personales*

NOMBRE Y APELLIDOS:

SEXO:

PROFESIÓN:

EDAD:

- *Presentación*

Esta escala ha sido confeccionada para la valoración por parte del alumnado su actitud en el Modelo Bordón. A nivel teórico, el planteamiento teórico que hacemos en esta encuesta procura que haya tres apartados: aspectos funcionales, aspectos técnicos y científicos y aspectos pedagógicos, de forma que los ítems tengan un número aproximado para proporcionar a la herramienta de recogida de información la validez y fiabilidad necesaria. Por otro lado, agradecemos sinceramente la colaboración de los expertos y les damos las gracias por su valiosa aportación.

- *Consigna de valoración de los ítems:*

1. Valoración Baja. Estimamos que la valoración es baja cuando consideramos negativa nuestra opinión con respecto al ítem
2. Valoración Regular. Estimamos que la valoración regular cuando consideramos que no es baja pero sin embargo está por debajo de un nivel normal



3. Valoración Normal. Estimamos que la valoración es normal cuando consideramos que está en un nivel aceptable sin llegar a destacar positiva ni negativamente
4. Valoración Buena. Estimamos que la valoración es positiva, ubicándose por encima de la normalidad
5. Valoración Muy buena. Estimamos que la valoración es muy positiva, ubicándose muy por encima de la normalidad

- *Redacción de los ítems*

#### COMPORTAMIENTO GENERAL CON LA PLATAFORMA

1. Me comporto mejor en las clases	1	2	3	4	5
2. Charlo menos	1	2	3	4	5
3. Respeto más a mis compañeros	1	2	3	4	5
4. Respeto más al profesor	1	2	3	4	5

#### MODELO DE CLASES

5. Mi actitud ante el trabajo es mejor debido a que me impongo mi propio ritmo	1	2	3	4	5
6. Mi actitud ante el trabajo es mejor debido a que elijo el orden que quiero a la hora de realizar las actividades	1	2	3	4	5
7. Intento hacer las cosas mejor al ser evaluado por mis compañeros, por lo que mi actitud es más positiva	1	2	3	4	5
8. Intento hacer las cosas mejor, siendo mi actitud más constante en mi trabajo	1	2	3	4	5

#### LUGAR DE TRABAJO

9. Mi actitud es más positiva ante el trabajo con la plataforma	1	2	3	4	5
10. Me comporto mejor en las clases	1	2	3	4	5

11. En casa mi actitud es positiva ante el trabajo con la plataforma	1	2	3	4	5
12. Ha aumentado mi interés por poder acceder a Internet y trabajar desde casa	1	2	3	4	5

### 1.3. Escala sobre trabajo en el Modelo Bordón

- *Datos personales*

NOMBRE Y APELLIDOS:

SEXO:

PROFESIÓN:

EDAD:

- *Presentación*

Esta escala ha sido confeccionada para la valoración por parte del alumnado su actitud en el Modelo Bordón. A nivel teórico, el planteamiento teórico que hacemos en esta encuesta procura que haya tres apartados: aspectos funcionales, aspectos técnicos y científicos y aspectos pedagógicos, de forma que los ítems tengan un número aproximado para proporcionar a la herramienta de recogida de información la validez y fiabilidad necesaria. Por otro lado, agradecemos sinceramente la colaboración de los expertos y les damos las gracias por su valiosa aportación.

- *Consigna de valoración de los ítems:*

1. Valoración Baja. Estimamos que la valoración es baja cuando consideramos negativa nuestra opinión con respecto al ítem
2. Valoración Regular. Estimamos que la valoración regular cuando consideramos que no es baja pero sin embargo está por debajo de un nivel normal
3. Valoración Normal. Estimamos que la valoración es normal cuando consideramos que está en un nivel aceptable sin llegar a destacar positiva ni negativamente
4. Valoración Buena. Estimamos que la valoración es positiva, ubicándose por encima de la normalidad
5. Valoración Muy buena. Estimamos que la valoración es muy positiva, ubicándose muy por encima de la normalidad

- *Redacción de los ítems*

#### CANTIDAD DE TRABAJO REALIZADO CON LA PLATAFORMA

1. Con los foros	1	2	3	4	5
------------------	---	---	---	---	---

2. Con el chat	1	2	3	4	5
3. En las lecciones	1	2	3	4	5
4. Calificación del trabajo de los compañeros	1	2	3	4	5

**SITIO DONDE SE HA REALIZADO EL TRABAJO CON LA PLATAFORMA**

5. Trabajo realizado en clase con las lecciones	1	2	3	4	5
6. Trabajo realizado en clase con los foros de comunicación	1	2	3	4	5
7. Trabajo realizado en casa con las lecciones	1	2	3	4	5
8. Trabajo realizado en casa con los foros de comunicación	1	2	3	4	5

**CALIDAD DEL TRABAJO REALIZADO EN LA PLATAFORMA**

9. Corrección de las respuestas	1	2	3	4	5
10. No me dedico a copiar y pegar	1	2	3	4	5
11. Mi trabajo es colaborativo con el resto de la gente que participa en la plataforma	1	2	3	4	5
12. Analizo y reflexiono sobre mis respuestas y las de mis compañeros	1	2	3	4	5

#### 1.4. Escala sobre aprendizaje en el Modelo Bordón

- *Datos personales*

NOMBRE Y APELLIDOS:

SEXO:

PROFESIÓN:

EDAD:

- *Presentación.* Esta escala ha sido confeccionada para valorar a través del juicio de expertos en Pedagogía, Informática y Música el DISEÑO de la plataforma educativa, que forma parte del Modelo Bordón para la Educación Musical con TIC. A nivel teórico, el planteamiento teórico que hacemos en esta encuesta procura que haya tres apartados: aspectos funcionales, aspectos técnicos y científicos y aspectos pedagógicos, de forma que los ítems tengan un número aproximado para proporcionar a la herramienta de recogida de información la validez y fiabilidad necesaria. Por otro lado, agradecemos sinceramente la colaboración de los expertos y les damos las gracias por su valiosa aportación.
- *Consigna utilizada para la valoración de los ítems*
  1. Valoración Baja. Estimamos que la valoración es baja cuando consideramos negativa nuestra opinión con respecto al ítem
  2. Valoración Regular. Estimamos que la valoración regular cuando consideramos que no es baja pero sin embargo está por debajo de un nivel normal
  3. Valoración Normal. Estimamos que la valoración es normal cuando consideramos que está en un nivel aceptable sin llegar a destacar positiva ni negativamente
  4. Valoración Buena. Estimamos que la valoración es positiva, ubicándose por encima de la normalidad
  5. Valoración Muy buena. Estimamos que la valoración es muy positiva, ubicándose muy por encima de la normalidad
- *Redacción de los ítems*

#### APORTACIONES DE ESTE MODELO DE APRENDIZAJE

1. Me gusta más y trabajo más a gusto	1	2	3	4	5
2. Me permite poder trabajar en casa y en clase	1	2	3	4	5
3. Aprendo más porque me siento más motivado	1	2	3	4	5

**EMPLEANDO INTERNET**

4. Investigando en la red y descubriendo las respuestas a las preguntas de la asignatura me siento más motivado	1	2	3	4	5
5. Pudiendo trabajar la asignatura desde cualquier sitio me encuentro más cómodo	1	2	3	4	5
6. Aprendo más porque me siento más motivado	1	2	3	4	5

**HERRAMIENTAS DE COMUNICACIÓN**

7. Empleando el chat me siento más motivado	1	2	3	4	5
8. Empleando los foros	1	2	3	4	5
9. Aprendo más porque me siento más motivado	1	2	3	4	5

**APRENDIZAJE COLABORATIVO**

10. Construyendo el conocimiento gracias a la colaboración entre mis compañeros, el profesor y yo	1	2	3	4	5
11. Encontrando las respuestas a mis preguntas gracias a la colaboración con mis compañeros y el profesor	1	2	3	4	5
12. Aprendo más porque me siento más motivado	1	2	3	4	5

**A TRAVÉS DE RECURSOS MULTIMEDIA**

13. Empleando recursos de video	1	2	3	4	5
14. Empleando recursos de audio me siento más motivado	1	2	3	4	5
15. Aprendo más porque me siento más motivado	1	2	3	4	5

## 2. TRANSCRIPCIÓN DEL GRUPO DE DISCUSIÓN

\*Nomenclatura utilizada.; alumno 1 de 1º: 1a (Álvaro); alumno 2 de 1º: 1b (José Ángel); alumno de 2º: 2a (Eric); alumna 1 de 3º: 3a (Raquel); alumna 2 de 3º: 3b (María Jesús); alumno 3 de tercero: 3c (José Carlos); alumno 4 de 3º: 3d (Miguel); alumna 5 de 3º: 3e (Eva); alumna 1 de 4º: 4a (Silvia); alumno 2 de 4º: 4b (Alberto). Entrevistador e investigador: E; T: Todos.

E=Bien, en primer lugar, vamos a hacer una pregunta general, ¿cómo ha sido con la plataforma durante el curso?

4ª=Muy pesado. Los exámenes (en papel) no tendría que haberlos quitado, los exámenes tradicionales

E=¿Qué os parece que una plataforma os permita trabajar en casa, creéis que eso es una ventaja?

Todos=Sí

2ª=Para el que no tiene Internet puede ser un poco difícil...

E=¿Creéis que todo el mundo de una forma u otra puede tener acceso a Internet (familiar, amigo, ciber)?

Todos=Sí

E=¿Qué ventajas le veis al sistema?

3d=La relación entre los alumnos

E=¿Cuál de las herramientas de comunicación, foros, chats, mensajería interna os gusta más?

Todos=El Chat

E=¿Qué tal os parece la idea de hacer tutorías virtuales para no tener que esperar a llegar a clase para preguntarle las dudas al profesor?

3e=Buena

E= Creéis que se puede aprender con la plataforma

4a= Bueno, la verdad es que aprende se aprende

E= El sistema tiene la suficiente potencia para permitir llevar el control y las clases de él

Todos=Sí

E= ¿Preferís llevar las clases a través de la plataforma?

3e= Preferimos trabajar con la plataforma, porque después de seis horas con el libro estamos cansados de hacer siempre lo mismo, así es diferente...

E=¿Qué ventajas le ves a la forma de trabajar con la plataforma?

3d= Puedes trabajar en tu tiempo libre, podemos planificarnos

E= Pensáis que el hecho de poder hacer los exámenes cuando podéis es positivo o negativo

Todos= Es bueno

E= ¿Tiene alguna utilidad el hecho de trabajar con las nuevas tecnologías?

4b= La verdad es que hoy en día se trabaja con los ordenadores y...

E= ¿Trabajáis más con la plataforma?

Todos= Sí

E= ¿Os sentís más motivados?

3a= Sí, porque podemos utilizar el ordenador como si fuera un libro de texto

E= ¿Qué os parece poder trabajar a vuestro ritmo?

3a= Es que estar siempre escuchando al profesor, quieras que no...cansa  
E= ¿A mejorado la disciplina desde la implantación de la plataforma?  
4a= Hombre, menos partes (de disciplina) hay, porque podemos hablar entre nosotros en clase, a la hora de trabajar  
3e=Puedes hablar con el compañero...  
E=¿Se pueden compartir conocimientos a través del sistema?  
Todos= Sí  
E= ¿Os gusta más el aprendizaje colaborativo, trabajar en grupo?  
4b= Es mejor, que entre nosotros podamos hacer trabajos  
E= ¿Qué ventajas tiene trabajar en grupo?  
3e= Si tienes una idea la compartes  
3c= Por ejemplo 1 no piensa, sino que piensan 4 ó 5 a la vez  
4º= A algunos los tendrías que cambiar de grupo, porque hay grupos en los que hay 4 y trabajan 1 ó 2  
E= ¿La actitud en la asignatura es más positiva con el trabajo de la plataforma?  
Todos= Más positiva  
1b= Antes es que si hablabas te ponía a copiar...  
3a= Me parece mejor esta forma de trabajar que la anterior  
4a= El seguimiento de los alumnos debería ser más individualizado. Hay en grupos en los que la gente se aprovecha del trabajo de los otros...  
4a= Los exámenes hacerlos individuales, maestro...  
2a= Yo pienso como ella, es que los exámenes cada 2...  
E= Comprendéis las ventajas del trabajo colaborativo, al estilo de los grandes grupos de investigación como por ejemplo en el Proyecto Genoma  
4b= Así a través de la red, la gente te aclara las dudas y se puede trabajar  
E= Bueno, aquí lo vamos a dejar, muchas gracias por vuestra colaboración

### 3. GUÍA DE MINERÍA DE DATOS EDUCATIVOS MUSICALES

#### PRIMERA PARTE. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS MÁS COMUNES

A continuación y como complemento a nuestro estudio mostramos de forma ordenada, las distintas técnicas y procedimientos empleados en minería de datos educativos, los cuales están divididos en tres fases de trabajo: *preproceso*, *proceso* y *postproceso* de la información.

Las tablas a las que aplicamos estos apartados de análisis procedentes de la plataforma educativa que empleamos, en la cual, se acumulan todos los datos de registro de actividad del alumnado que participa en la misma. De forma orientativa, describimos en la siguiente tabla el significado de las variables de estudio que contiene dicho soporte informático:

id	module (modulos de la plataforma)	action (acciones realizadas por los usuarios)	mtable	field (campo)
1	user (usuario)	view (ver)	user	CONCAT(firstname,"",lastname)
2	course (curso)	user report (informe usuario)	user	CONCAT(firstname,"",lastname)
3	course	view (ver)	course	fullname
4	course	update (actualizar)	course	fullname
5	course	enrol (matricularse)	course	fullname
6	course	report log (informe registro)	course	fullname
7	course	report live (informe en linea)	course	fullname
8	course	report outline (informe fuera de linea)	course	fullname
9	course	report participation	course	fullname
10	course	report stats (informe estadístico)	course	fullname
11	message (mensaje)	write (escribir)	user	CONCAT(firstname,"",lastname)
12	message	read (leer)	user	CONCAT(firstname,"",lastname)
13	message	add contact (añadir contacto)	user	CONCAT(firstname,"",lastname)
14	message	remove contact (quitar contacto)	user	CONCAT(firstname,"",lastname)



				","lastname)
15	Message	block contact (bloquear contacto)	user	CONCAT(firstname," ","lastname)
16	Message	unblock contact (desbloquear contacto)	user	CONCAT(firstname," ","lastname)
17	assignment (tarea)	view (ver)	assignment	name
18	assignment	add (añadir)	assignment	name
19	assignment	update (actualizar)	assignment	name
20	assignment	view submission (ver propuesta)	assignment	name
21	assignment	upload (subir)	assignment	name
22	chat (chat, comunicación sincrónica)	view (ver)	chat	name
23	Chat	add (añadir)	chat	name
24	Chat	update (actualizar)	chat	name
25	Chat	report (informe)	chat	name
26	Chat	talk (hablar)	chat	name
27	choice (elección)	view (ver)	choice	name
28	Choice	update (actualizar)	choice	name
29	Choice	add (añadir)	choice	name
30	Choice	report (informe)	choice	name
31	Choice	choose (elegir)	choice	name
32	Choice	choose again (elegir otra vez)	choice	name
33	data (datos)	view (ver)	data	name
34	Data	add (añadir)	data	name
35	Data	update (actualizar)	data	name
36	Data	record delete (borrar registros)	data	name
37	Data	fields add (añadir campos)	data_fields	name
38	Data	fields update (actualizar campos)	data_fields	name
39	Data	templates saved (plantillas salvadas)	data	name
40	Data	templates def (definir plantillas)	data	name
41	exercise (ejercicio)	close (cerrar)	exercise	name
42	Exercise	open (abrir)	exercise	name
43	Exercise	submit (aceptar)	exercise	name
44	Exercise	view (ver)	exercise	name
45	Exercise	update (actualizar)	exercise	name
46	forum (foro)	add (añadir)	forum	name
47	Forum	update (actualizar)	forum	name
48	Forum	add discussion (añadir discusion)	forum_discu ssions	name
49	Forum	add post (añadir mensaje)	forum_posts	subject
50	Forum	update post (actualizar mensaje)	forum_posts	subject
51	Forum	user report (informe usuario)	user	CONCAT(firstname,' ,lastname)

52	forum	move discussion (mover tema discusion del foro)	forum_discussions	name
53	forum	view subscribers	forum	name
54	forum	view discussion	forum_discussions	name
55	forum	view forum	forum	name
56	forum	subscribe (inscribirse)	forum	name
57	forum	unsubscribe (borrarse de la suscripción)	forum	name
58	glossary (glosario)	add (añadir)	glossary	name
59	glossary	update (actualizar)	glossary	name
60	glossary	view (ver)	glossary	name
61	glossary	view all (ver todo)	glossary	name
62	glossary	add entry (añadir entradas)	glossary	name
63	glossary	update entry (actualizar entradas)	glossary	name
64	glossary	add category (añadir categoría)	glossary	name
65	glossary	update category (actualizar categoría)	glossary	name
66	glossary	delete category (borrar categoría)	glossary	name
67	glossary	add comment (añadir comentario)	glossary	name
68	glossary	update comment (actualizar comentario)	glossary	name
69	glossary	delete comment (borrar comentario)	glossary	name
70	glossary	approve entry (aprobar entrada)	glossary	name
71	glossary	view entry (ver entrada)	glossary_entries	concept
72	journal (diario)	view (ver)	journal	name
73	journal	add entry (añadir entradas)	journal	name
74	journal	update entry (actualizar entradas)	journal	name
75	journal	view responses (ver respuestas)	journal	name
76	label (etiquetas, organización de la plataforma, directorios)	add (añadir)	quiz	name
77	label	update (actualizar)	quiz	name
78	lesson (lección)	start (comenzar)	lesson	name
79	lesson	end (finalizar)	lesson	name
80	lesson	view (ver)	lesson_pages	title
81	quiz (cuestionario)	add (añadir)	quiz	name
82	quiz	update (actualizar)	quiz	name
83	quiz	view (ver)	quiz	name

84	Quiz	report (informe)	quiz	name
85	Quiz	attempt (intento)	quiz	name
86	Quiz	submit (aceptar)	quiz	name
87	Quiz	review (revisar)	quiz	name
88	Quiz	editquestions (editar cuestiones)	quiz	name
89	quiz	preview (previsualizacion)	quiz	name
90	quiz	start attempt (comenzar intento)	quiz	name
91	quiz	close attempt (cerrar intento)	quiz	name
92	quiz	continue attempt (continuar intento)	quiz	name
93	resource (recurso, páginas webs, archivos, enlaces)	view (ver)	resource	name
94	resource	update (actualizar)	resource	name
95	resource	add (añadir)	resource	name
96	scorm (paquete de actividad programada)	view (ver)	scorm	name
97	scorm	review (revisar)	scorm	name
98	scorm	update (actualizar)	scorm	name
99	scorm	add (añadir)	scorm	name
100	survey (estudio)	add (añadir)	survey	name
101	survey	update (actualizar)	survey	name
102	survey	download (descargar)	survey	name
103	survey	view form	survey	name
104	survey	view graph	survey	name
105	survey	view report (ver informe)	survey	name
106	survey	submit (aceptar)	survey	name
107	workshop (workshop o tienda de trabajo)	assessments (evaluaciones)	workshop	name
108	workshop	close (cerrar)	workshop	name
109	workshop	display (dispositivo)	workshop	name
110	workshop	resubmit (reaceptar)	workshop	name
111	workshop	set up (configurar)	workshop	name
112	workshop	submissions (propuestas)	workshop	name
113	workshop	view (ver)	workshop	name
114	workshop	update (actualizar)	workshop	name

id (número de orden)	name (nombre de las distintas actividades de la plataforma)	version (versiones)	cron (copia de seguridad)	visible (1=si;0=no)
1	assignment (tarea)	2005060100	60	1
2	chat (chat)	2005031000	300	1
3	choice (eleccion)	2006020900	0	1
4	data (datos)	2006052400	60	1
5	exercise (ejercicio)	2005031000	60	1
6	forum (foro)	2006011702	60	1
7	glossary (glosario)	2005041900	0	1
8	hotpot (hot potatoes.paquete de actividad programada)	2006052200	0	0
9	journal (diario)	2006042800	60	0
10	label (etiqueta)	2004111200	0	1
11	lams	2005062800	0	1
12	lesson (lección)	2006050101	0	1
13	quiz (cuestionario)	2006060700	0	1
14	resource (cuestionario)	2006042800	0	1
15	scorm (paquete de actividad programada)	2006021401	0	1
16	survey (encuesta)	2006042800	0	1
17	wiki (wiki.actividad colaborativa)	2006042801	0	1
18	workshop (workshop o tienda de trabajo)	2005041200	60	1

## **Preproceso**

Una tarea interesante al empezar nuestro proceso de trabajo en minería de datos musicales es la creación de un almacén de datos (*data warehousing*). Dentro de ese almacén de datos es conveniente hallar los valores que no se ajustan al comportamiento general de los datos recogidos (*outliers*) y los valores perdidos (*missing values*). En los almacenes de datos, nos facilita la tarea el hecho de discretizar, convertir valores nominales en valores numéricos. Por lo tanto, recomendamos el empleo de una base de datos ordenada, estructurada y organizada que facilite el acceso a la información y su posterior tratamiento.

Uno de los procedimientos más interesantes a la hora de enfrentarnos por primera vez con los datos es el procesamiento analítico en línea denominado OLAP (*online analytic processing*). Este permite un análisis multidimensional de los datos, de forma que generamos informes y vistas sofisticadas en tiempo real. La minería de datos educativos, más que verificar los datos de patrones hipotéticos usa los datos para encontrar patrones. Emplear OLAP al principio del KDD para explorar los datos, nos ayuda a centrar nuestra atención en variables de estudio significativas. *Cuanto más comprendamos los datos más efectivo será el proceso de conocimiento.*

### **a) Análisis estadísticos descriptivos básicos**

Tareas de análisis orientadas a la descripción de las frecuencias de las variables que contienen las tablas, sobretodo de la actividad del profesorado y del alumnado.

### **b) Limpieza de la información, reducción y selección de variables**

A partir de las tablas guardadas en dichos ficheros con las copias de seguridad, pasamos a la *limpieza y selección de las variables más significativas* para nuestro proyecto de minería de datos educativos con información musical, de manera que

acabemos disponiendo de la información relevante que necesitamos en nuestro estudio. El objetivo básico del preproceso consiste en agrupar las entradas de cada valor de los atributos elegidos, reunir y transformar la información de los otros atributos destinados a su posterior análisis. Para ello empleas distintas herramientas denominadas *filtros*. La clasificación que realizamos de los filtros consiste en procesos de *aprendizaje supervisado* y *no supervisado*. Esta clasificación responde al nivel de control que ejercemos a la hora de aplicación de estos filtros. A continuación hacemos un recorrido por diferentes recursos empleados en minería de datos para esa selección y limpieza de la información de la fuente de datos original.

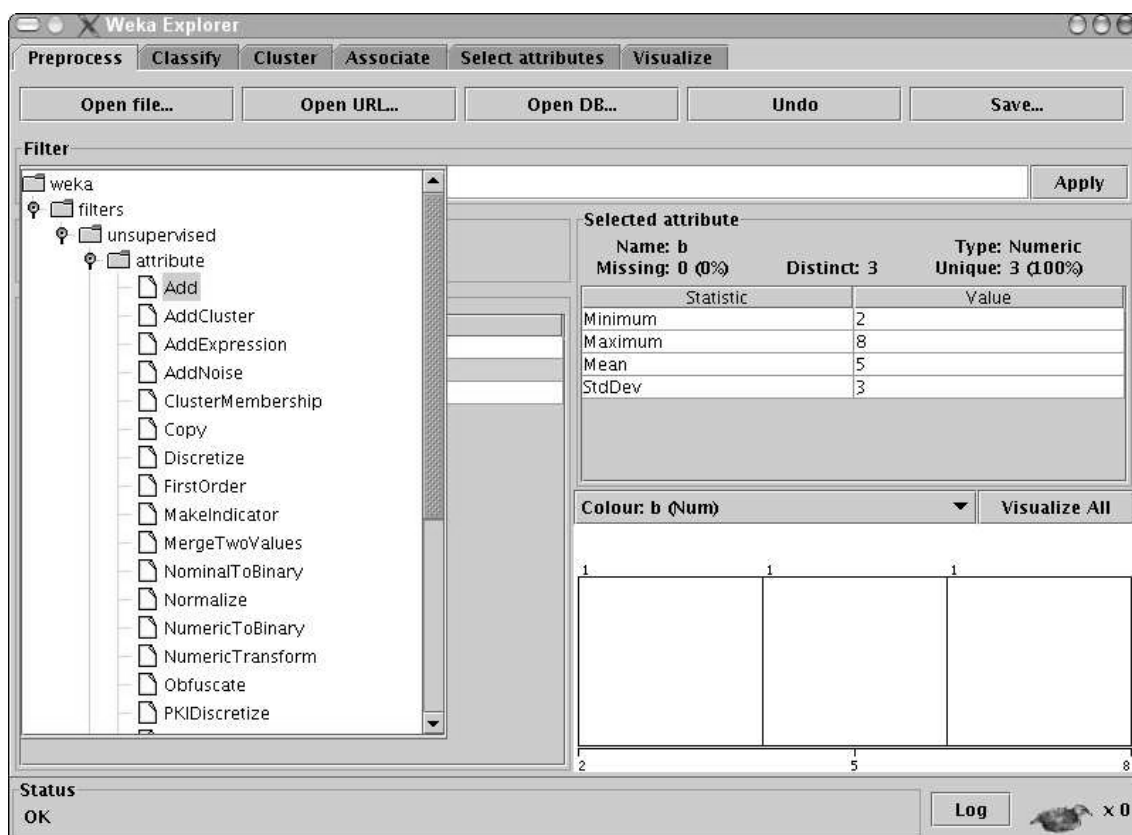
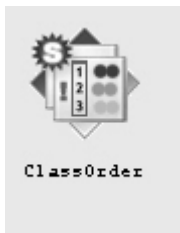


Imagen. Diferentes tipos de filtros nos permiten limpiar seleccionar la información que empleamos para construir nuestro modelo.

Seguidamente mostramos los *filtros supervisados*:



*Attribute Selection.* Este nodo puede ser usado para seleccionar atributos. Es muy flexible y permite varias búsquedas y evaluaciones de métodos para ser combinados.



*ClassOrder.* Cambia el orden de las clases de forma que los valores de las clases no sean mayores que los especificados en el encabezamiento.



*Discretize.* Discretiza un conjunto de valores numéricos en rangos de datos. Como parámetros toma los índices de los atributos discretizar (*attribute indices*) y el número de particiones en que queremos que divida los datos (*bins*). Si queremos que las particiones las realice por la frecuencia de los datos y no por el tamaño de estas tenemos la opción *useEqual-Frecuency*. Si tenemos activa esta última opción podemos variar el peso de las instancias para la definición de los intervalos con la opción *DesiredWeightOfInstancesPerInterval*. Si, al contrario tenemos en cuenta el número de instancias para la creación de intervalos podemos usar *findNumBins* que optimiza el procedimiento de confección de los mismos. Otras opciones son *makeBinary* que convierte los atributos en binario e *invertSelection* que invierte el rango de los atributos elegidos.



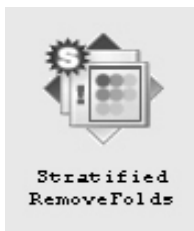
*NominalToBinary*. Transforma los valores nominales de un atributo en un vector cuyas coordenadas son binarias.



*Resample*. Obtiene un subconjunto del conjunto inicial de forma aleatoria. El dataset o serie de datos, debe ser colocada en la memoria. El número de registros en el dataset generado puede ser también especificado. El dataset debe tener un atributo nominal. Si no, usar la versión no-supervisado. El filtro puede hacer que se mantenga la distribución de la clase en la submuestra.



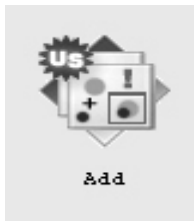
*Spread Subsample*. Produce una submuestra aleatoria de un dataset. El dataset original debe ser colocado en memoria. Este filtro nos permite especificar la máxima expansión (spread) entre las clases más comunes.



*Stratified RemoveFolds*. Este filtro toma un *dataset* y genera salidas de datos (*outputs*) en una carpeta especificada para la validación de datos cruzada (*cross validation data*) Si no quieres que las carpetas sean divididas usa el metodo sin supervisar.

Ahora, a continuación, mostramos los *filtros no supervisados*:





*Add.* Añade un atributo más. Como parámetros debemos proporcionarle la posición que va a ocupar este nuevo atributo (esta vez comenzando desde el 1), el nombre del atributo y los posibles valores de ese atributo separados entre comas. Si no se especifican, se sobreentiende que el atributo es numérico.



*Add Cluster.* Filtro que añade un nuevo atributo o variable nominal que representa un cluster asignado a cada instancia por el algoritmo de cluster asignado.



*AddExpression.* Este filtro es muy útil puesto que permite agregar al final un atributo que sea el valor de una función. Es necesario especificarle la fórmula que describe este atributo, en donde podemos calcular dicho atributo a partir de los valores de otro u otros, refiriéndonos a los otros atributos por “a” seguido del número del atributo (comenzando por 1).

Por ejemplo:

```
(a3^3.4)*a1+sqrt(floor(tan(a4)))
```

Los operadores y funciones que soporta son +, -, \*, /, ^, *log*, *abs*, *cos*, *exp*, *sqrt*, *floor* (función techo), *ceil* (función suelo), *rint* (redondeo a entero), *tan*, *sin*, (, ). Otro argumento de este filtro es el nombre del nuevo atributo.



*AddNoise*. Añade ruido a un determinado atributo que debe ser nominal. Podemos especificar el porcentaje de ruido, la semilla para generarlo y si queremos que al introducir el ruido cuente o no con los atributos que faltan.



*Change DateFormat*. Cambio el formato usado para el atributo de día.



*ClusterMembership*. Filtro que dado un conjunto de atributos y el atributo que define la clase de los mismos, devuelve la probabilidad de cada uno de los atributos de estar clasificados en una clase u otra. Tiene por parámetro *ignoredAttributeIndices* que es el rango de atributos que deseamos excluir para aplicar este filtro. Dicho intervalo podemos expresarlo por cada uno de los índices los atributos separados por comas o definiendo rangos con el símbolo guión (“-”). Es posible denotar al primer y último atributo con los identificadores *first* y *last* (en este caso la numeración de los atributos comienza en 1, por lo que *first* corresponde al atributo número 1).



*Copy*. Realiza una copia de un conjunto de atributos en los datos. Este filtro es útil en conjunción con otros, ya que hay ciertos filtros (la mayoría) que

destruyen los datos originales. Como argumentos toma un conjunto de atributos expresados de la misma forma que el filtro anterior. También tiene una opción que es *invertSelection* que invierte la selección realizada (útil para copiar, por ejemplo, todos los atributos menos uno).



*Discretize*. Discretiza un conjunto de valores numéricos en rangos de datos. Como parámetros toma los índices de los atributos discretizar (*attribute indices*) y el número de particiones en que queremos que divida los datos (*bins*). Si queremos que las particiones las realice por la frecuencia de los datos y no por el tamaño de estas tenemos la opción *useEqual-Frequency*. Si tenemos activa esta última opción podemos variar el peso de las instancias para la definición de los intervalos con la opción *Desired Weight Of Instances-Per Interval*. Si, al contrario tenemos en cuenta el número de instancias para la creación de intervalos podemos usar *findNumBins* que optimiza el procedimiento de confección de los mismos. Otras opciones son *makeBinary* que convierte los atributos en binario e *invertSelection*, que invierte el rango de los atributos elegidos.



*FirstOrder*. Este filtro realiza una transformación de los datos obteniendo la diferencia de pares consecutivos de datos, suponiendo un dato inicial adicional de valor 0 para conseguir que la cardinalidad del grupo de datos resultante sea la misma que la de los datos origen. Por ejemplo, si los datos son 1 5 4 6, el resultado al aplicar este filtro será 1 4-1 2. Este filtro toma un único parámetro que es el conjunto de atributos con el que obtener esta transformación.



*MakeIndicator*. Crea un nuevo conjunto de datos reemplazando un atributo nominal por uno booleano (Asignará “1” si en una instancia se encuentra el atributo nominal seleccionado y “0” en caso contrario). Como atributos este filtro toma el índice el atributo nominal que actuará como indicador, si se desea que la salida del filtro sea numérica o nominal y los índices los atributos sobre los que queremos aplicar el filtro.



*MergeTwoValues*. Fusiona dos atributos nominales en uno solo. Toma como argumentos la posición del argumento resultado y la de los argumentos fuente.



*NominalToBinary*. Transforma los valores nominales de un atributo en un vector cuyas coordenadas son binarias.



*Normalise*. Normaliza todos los datos de manera que el rango de los datos pase a ser [0,1]. Para normalizar un vector se utiliza la fórmula:

$$X(i) = \frac{x(i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x(i)^2}}$$

Imagen. Fórmula para normalizar un vector.



*NumericTransform*. Filtro similar a *AddExpression* pero mucho más potente. Permite aplicar un método java sobre un conjunto de atributos dándole el nombre de una clase y un método.



*NumericToBinary*. Convierte datos en formato numérico a binario. Si el valor de un dato es 0 o desconocido, el valor en binario resultante será el 0.



*NumericTransform*. Filtro similar a *AddExpression* pero mucho más potente. Permite aplicar un método java sobre un conjunto de atributos dándole el nombre de una clase y un método.



*Obfuscate*. Ofusca todas las cadenas de texto de los datos. Este filtro es muy útil si se desea compartir una base de datos pero no se quiere compartir información privada.



*PKIDiscretize*. Discretiza atributos numéricos (al igual que *discretize*), pero el número de intervalos es igual a la raíz cuadrada del número de valores definidos.



Randomize

*Randomize*. Modifica el orden de las instancias de forma aleatoria.

Random  
Projection

*RandomProjection*. Reduce la dimensionalidad de los datos (útil cuando el conjunto de datos es muy grande) proyectándola en un subespacio de menor dimensionalidad utilizando para ello una matriz aleatoria. A pesar de reducir la dimensionalidad los datos resultantes se procura conservar la estructura y propiedades fundamentales de los mismos.

El funcionamiento se basa en el siguiente producto de matrices:

$$X(i \times n) * R(n \times m) = Xrp(i \times m)$$

Imagen. Producto de matrices.

Siendo  $X$  la matriz de datos original de dimensiones  $i$  (número de instancias o registros)  $X$  (símbolo por)  $n$  (número de atributos),  $R$  (la matriz aleatoria de dimensión  $n \times m$ ) y  $Xrp$  la matriz resultante siendo de dimensión  $i \times m$ .

Como parámetros toma el número de parámetros en los que queremos aplicar este filtro (*numberOfAttributes*) y el tipo de distribución de la matriz aleatoria que puede ser:

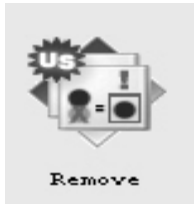
**Sparse 1**  $-\sqrt{3}$  con probabilidad  $\frac{1}{8}$ , 0 con probabilidad  $\frac{2}{3}$  y  $\sqrt{3}$  con probabilidad  $\frac{1}{8}$ .

**Sparse 3** -1 con probabilidad  $\frac{1}{2}$  y 1 con probabilidad  $\frac{1}{2}$ .

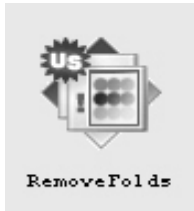
**Gaussian** Utiliza una distribución gaussiana.

Imagen. Tipo de distribución de la matriz aleatoria.

Además de estos parámetros, pueden utilizarse también el número de atributos resultantes después de la transformación expresado en porcentaje del número de atributos totales (*percent*), la semilla usada para la generación de números aleatorios (*seed*), y si queremos que aplique antes de realizar la transformación el filtro *ReplaceMissingValues*, que será explicado más adelante.



*Remove*. Filtro de registros que elimina un rango de atributos de un dataset.



*RemoveFolds*. Permite eliminar un conjunto de datos. Este filtro está pensado para eliminar una partición en una validación cruzada.



*RemoveMisclassified*. Dado un método de clasificación lo aplica sobre la muestra y elimina aquellas instancias mal clasificadas.



*RemovePercentage*. Suprime un porcentaje de muestras.



*RemoveRange*. Elimina un rango de instancias.



*RemoveType* Elimina el conjunto de atributos de un tipo determinado.



*RemoveUseless*. Elimina atributos que oscilan menos que un nivel de variación. Es útil para eliminar atributos constantes o con un rango muy pequeño. Como parámetro toma el máximo porcentaje de variación permitido, si este valor obtenido es mayor que la variación obtenida la muestra es eliminada.



*ReplaceMissingValues*. Reemplaza todos los valores indefinidos por la moda en el caso de que sea un atributo nominal o la media aritmética si es un atributo numérico.



*Standardize*. Estandariza los datos numéricos de la muestra para que tengan de media 0 y la unidad de varianza. Para estandarizar un vector  $x$  se aplica la siguiente fórmula:

$$x(i) = \frac{x(i) - \bar{x}}{\sigma(x)}$$

Imagen. Fórmula que se emplea para estandarizar un vector  $x$ .





*StringToNominal*. Convierte un atributo de tipo cadena en un tipo nominal.



*StringToWordVector* Convierte los atributos de tipo *string* (cadena) en un conjunto de atributos representando la ocurrencia de las palabras del texto. Como atributos toma:

- *DFTransform* que indica si queremos que las frecuencias de las palabras sean transformadas según la regla:

$$\text{frec. de la palabra } i \text{ en la instancia } j * \log \frac{\text{n}^\circ \text{ de instancias}}{\text{n}^\circ \text{ de instancias con la palabra } i}$$

Imagen. Regla empleada para transformar las frecuencias de las palabras

- *TFTransform*. Otra regla de transformación:

$$\log(1 + \text{frecuencia de la palabra } i \text{ en la instancia } j)$$

Imagen. Regla de transformación.

- *AttributeNamePrefix*, prefijo para los nombres de atributos creados
- Delimitadores (*delimiters*), conjunto de *caracteres escape* usados para delimitar la unidad fundamental (*token*). Esta opción se ignora si la opción *onlyAlphabeticTokens* está activada, ya que ésta, por defecto, asigna los *tokens* a secuencias alfabéticas usando como delimitadores todos los caracteres distintos a éstos.

- *LowerCaseTokens* convierte a minúsculas todos los *tokens* antes de ser añadidos al diccionario.
- *NormalizeDocLength* selecciona si las frecuencias de las palabras en una instancia deben ser normalizadas o no.
- *OutputWordCounts* cuenta las ocurrencias de cada palabra en vez de mostrar únicamente si están o no están en el diccionario.
- *UseStoplist* si está activado ignora todas las palabras de una lista de palabras excluidas (*stoplist*).
- *WordsToKeep* determina el número de palabras (por clase si hay un asignador de clases) que se intentarán guardar.



*SwapValues*. Intercambia los valores de dos atributos nominales.



*TimeSeriesDelta*. Filtro que asume que las instancias forman parte de una

serie temporal y reemplaza los valores de los atributos de forma que cada valor de una instancia es reemplazado con la diferencia entre el valor actual y el valor pronosticado para dicha instancia.

En los casos en los que la variación de tiempo no se conozca puede ser que la instancia sea eliminada o completada con elementos desconocidos (símbolo “?”).  
Opciones:

- *AttributeIndices*. Especifica el rango de atributos en los que aplicar el filtro.

- *FillWithMissing* Las instancias al principio o final del conjunto de datos, donde los valores calculados son desconocidos, se completan con elementos desconocidos (símbolo “?”) en vez de eliminar dichas instancias, que es el comportamiento por defecto.
- *InstanceRange* Define el tamaño del rango de valores que se usará para realizar las restas. Si se usa un valor negativo significa que realizarán los cálculos con valores anteriores.
- *InvertSelection* Invierte la selección realizada.



*Timeseriestranslate*. Filtro de instancia que emplea instancias de series de datos temporales y reemplaza valores de atributo en la instancia actual con los valores del atributo equivalente de algunos previas (o futuras) instancias o registros. También se emplea para instancias donde el valor deseado es desconocido tanto si la instancia contabilizada o considerada como valor perdido. Además ignora el atributo de clase, aunque lo empleemos.

Cuando nos encontramos con la plataforma educativa, la primera tarea que nos planteamos es extraer la información de las tablas que registran las bases de datos. La plataforma de teleformación musical cuenta con la posibilidad de acceder a la base de datos (sólo en el caso de tener los privilegios necesarios como creadores de cursos) y desde aquí, tenemos la posibilidad de hacer copias de seguridad en distintos formatos (pdf, csv, excel, word, txt) para posteriormente trabajar con ficheros que reconozcan los distintos proyectos de minería de datos.

A continuación mostramos una serie de iconos de ejemplo acompañados de una explicación breve sobre su utilidad en la minería de datos, relacionados con la

extracción de la información desde diferentes fuentes, ya sean archivos o bases de datos. Los iconos que mostramos proceden de los programas más reputados del mercado para minería de datos Weka 1.0<sup>1</sup>(software libre) y Clementine 11.1<sup>2</sup> (software comercial). Los proyectos de minería de datos funcionan por niveles o tipos de tareas. Dichas tareas pueden ser desempeñadas de una forma muy gráfica a través de un escritorio que nos permite diseñar y experimentar con nuestros proyectos de minería de datos. Las distintas tareas son puestas en relación a través de conectores o flechas y cada uno de los iconos son configurados por separado permitiendo manipular una gran cantidad de opciones diferentes. De esta forma creamos una red que posibilita la automatización de tareas o procesos de aprendizaje automático con los datos que tomamos de una fuente original. A continuación como sería el aspecto de un proyecto de minería de datos:

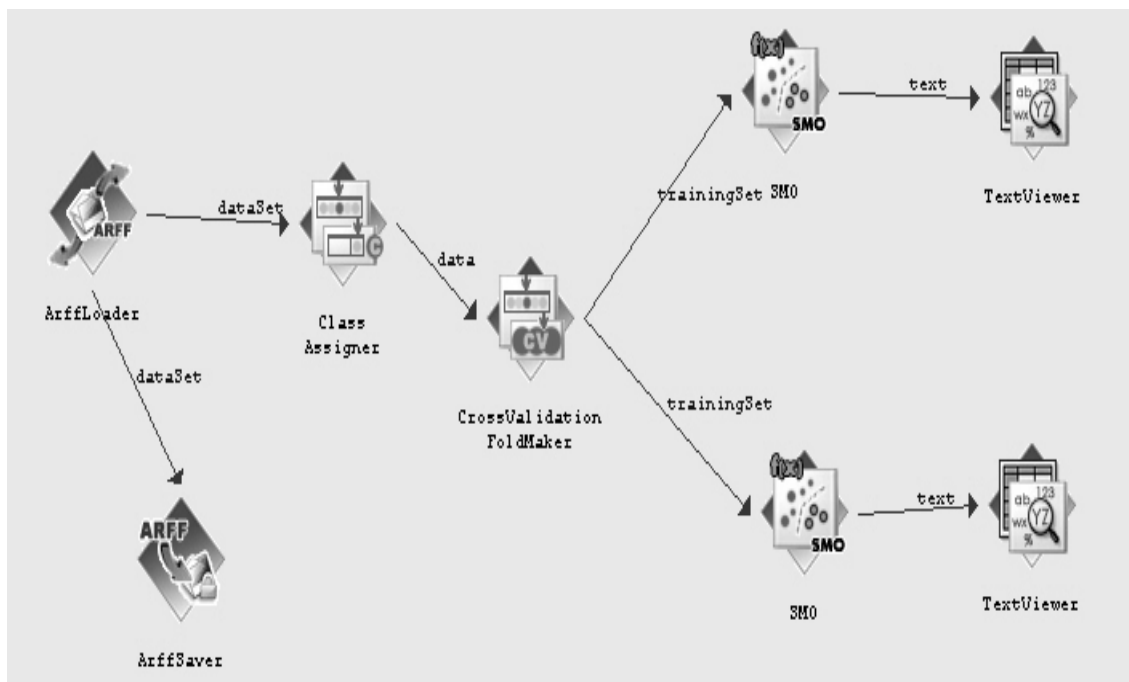


Imagen. Ejemplo de un proyecto de minería de datos educativos con el software Weka 1.0.

En las siguientes capturas de pantalla, mostramos otros ejemplos de proyectos de minería de datos educativos y orientamos al lector en torno a la minería de datos educativos musicales, que reflejan el escritorio de trabajo principal de un proyecto de minería de datos desarrollado con el software Weka.

<sup>1</sup> Proyecto WEKA 1.0. Documento electrónico: [www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka](http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka) (consultado 4/12/07).

<sup>2</sup> SPSS Clementine 11.1. Documento electrónico: [www.spss.com/clementine](http://www.spss.com/clementine) (consultado 2/12/07).

Los algoritmos que visualizamos son: Algoritmos Clasificadores como la *Función de Regresión lineal* (Simple Linear regresión): y la *Función de Perceptrón multicapa* (Multilayer perceptron) para redes neuronales con grafico de atributos incluido:

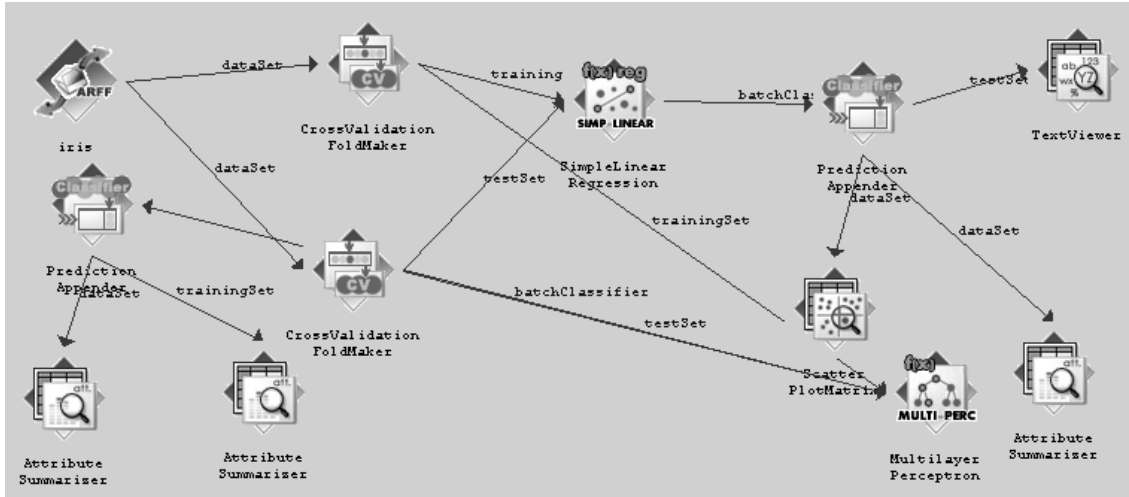


Imagen. Aplicación de algoritmos clasificadores en Weka.

Ahora mostramos otro ejemplo de aplicación con el software Weka de algoritmos de segmentación y árbol de decisión mediante la *Función Cobweb*<sup>3</sup>:

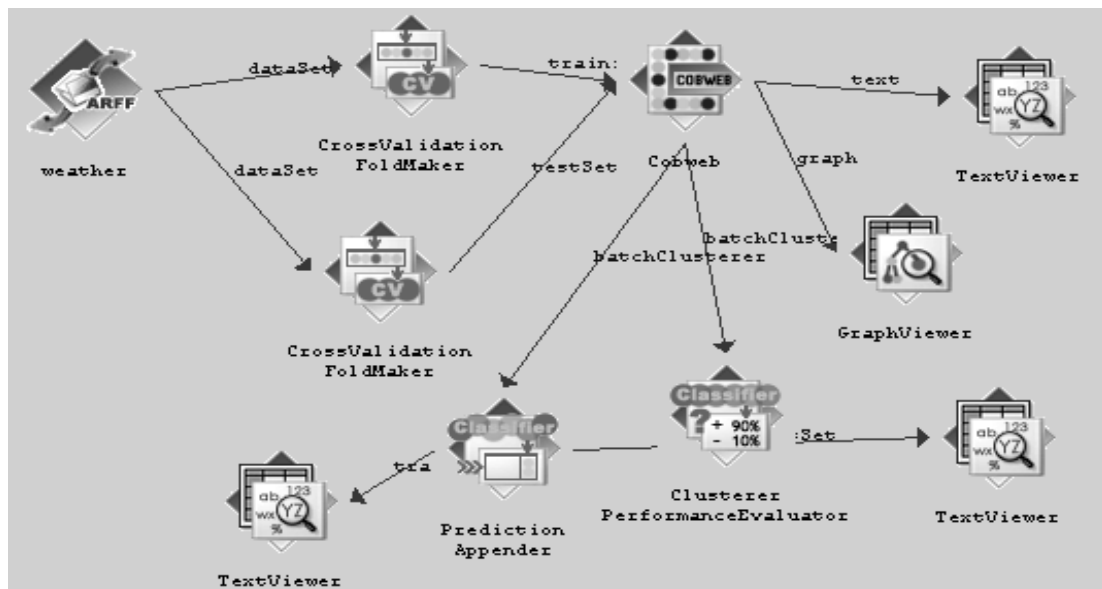
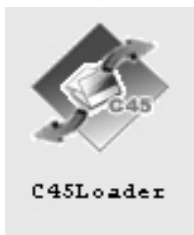


Imagen. Aplicación de algoritmos de segmentación y árbol de decisión.

<sup>3</sup> También añadiremos otra tarea de clúster denominada Farthest First con Weka en la segunda parte del proyecto de minerización de los resultados de la tesis.



*ArffLoader*. Abrir un archivo ARFF. Una vez que tenemos el archivo con la *información de la base de datos de la plataforma de teleformación* seleccionamos en nuestro de minería de datos educativos el icono para abrir el archivo donde van a estar ubicados los datos. En concreto, este icono se utiliza para *leer o cargar* un tipo de archivos con formato ARFF (*attribute relation file format*). Al pulsar sobre este botón aparecerá una ventana de selección de fichero. Aunque el formato por defecto de Weka es el *arff* eso no significa que sea el único que admita, para ello tiene interpretadores de otros formatos.



*C45Loader*. Abrir un archivo C4.5. Archivos codificados según el formato C4.5. Unos datos codificados según este formato estarían agrupados de tal manera que en un fichero `.names` estarían los nombres de los atributos y en un fichero `.data` estarían los datos en sí. Weka cuando lee ficheros codificados según el formato C4.5 asume que ambos ficheros (el de definición de atributos y el de datos) están en el mismo directorio, por lo que sólo es necesario especificar uno de los dos.



*CSVLoader*. Abrir un archivo CSV. Archivos separados por comas o tabuladores. La primera línea contiene los atributos.



*Database Loader.* Cargar base de datos. Lee los registros o instancias de la base de datos. En el siguiente ejemplo, mostramos como se configura el acceso a la base de datos.

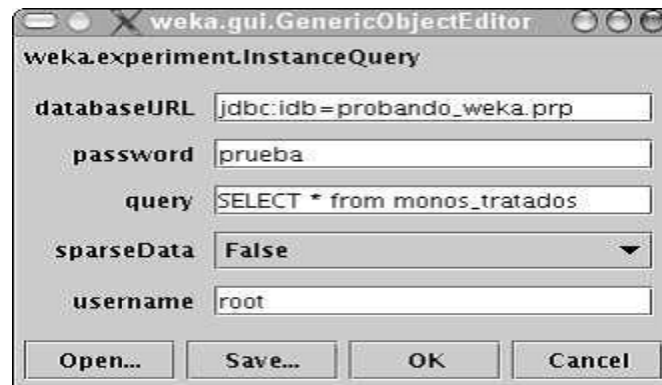


Imagen. Configuración del acceso a la base de datos.

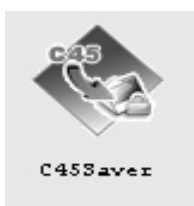
Para configurarla lo primero es definir la url por la cual es accesible la base de datos, la contraseña para acceder, el nombre de usuario, la consulta que queremos realizar y si queremos o no usar el modo de datos abreviado (*sparse data*). Así mismo los botones de la parte inferior dan posibilidad de cargar y guardar esta configuración en un fichero.



*SerializedInstanceLoader.* Cargar las instancias o registros serializados. Weka internamente almacena cada muestra de los datos como una instancia de la clase *instance*. Esta clase es *serializable* por lo que estos objetos pueden ser volcados directamente sobre un fichero y también cargados de otro.



*ArffSaver*. Los iconos previamente mostrados que toman los datos de la fuente original pueden ser conectados en nuestros proyectos con otros iconos que hacen *copia de seguridad* de esos datos. Este, en concreto, nos da la posibilidad de hacer copia de seguridad de archivos ARFF.



*C45Saver*. Este otro icono se emplea para hacer copia de seguridad de archivos C45.



*CSVSaver*. Hacer copia de seguridad de archivo CSV.



*DatabaseSaver*. Hacer copia de la base de datos.



*SerializedInstancesSaver*. Hacer copia de seguridad de los registros serializados





*Archivo SPSS.* Puede utilizar el nodo de importación de SPSS para leer los datos directamente desde un archivo de SPSS guardado (.sav). Este formato se utiliza ahora para reemplazar el archivo de caché de Clementine de versiones anteriores. Si desea importar un archivo de caché guardado, debe utilizar el nodo de importación de SPSS.

Una de las tareas fundamentales en minería de datos educativos, que nos pueden resultar de suma utilidad a la hora de enfrentarnos a la ingente cantidad de datos que contienen las tablas con el registro de actividad de las plataformas educativas son los análisis orientados a la reducción de la dimensionalidad. Los análisis que practicamos en nuestro estudio para disminuir el gran número de variables que aparecen en las tablas son el Análisis de componentes principales/Análisis factorial y el Análisis discriminante. A continuación mostramos estos análisis y su aplicación a los datos del estudio:



*Partición.* Divide los datos en dos muestras (Entrenamiento y comprobación) o en tres (Entrenamiento, comprobación y validación).

- Entrenamiento y comprobación. Divide los datos en dos particiones de muestra, lo que permite entrenar el modelo con una muestra y comprobarlo con otra.
- Entrenamiento, comprobación y validación. Divide los datos en tres particiones de muestra, lo que permite entrenar el modelo con una muestra, comprobarlo y ajustarlo con otra y validar los resultados con otra. Así se reduce el tamaño de cada partición en consecuencia y puede ser más adecuado al trabajar con un conjunto de datos muy grande.

Tamaño de partición. Especifica el tamaño relativo de cada partición. Si la suma de los tamaños de partición es inferior al 100%, los registros no incluidos en una partición se descartarán. Por ejemplo, si un usuario tiene 10 millones de registros y tamaños de partición del 5% para el entrenamiento y el 10% para la prueba, después de ejecutar el nodo, debería haber unos 500.000 registros de entrenamiento y un millón de registros de prueba, con el resto descartado.



*PCA/Factorial.* El modelo PCA/Factorial proporciona técnicas eficaces de reducción de datos para reducir la complejidad de los datos. Análisis de componentes principales (PCA) busca combinaciones lineales de los campos de entrada que realizan el mejor trabajo a la hora de capturar la varianza en todo el conjunto de campos, en el que los componentes son ortogonales (perpendiculares) entre ellos. Análisis factorial intenta identificar factores subyacentes que expliquen el patrón de correlaciones dentro de un conjunto de campos observados. Para los dos métodos, el objetivo consiste en encontrar un número pequeño de campos derivados que resuman de forma eficaz la información del conjunto de campos original.

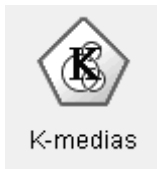


*Discriminante.* El análisis discriminante realiza más supuestos rigurosos que regresiones logísticas pero puede ser una alternativa o un suplemento valioso al análisis de regresión logística si se cumplen dichos supuestos.

### c) Modelos cluster, conglomerado o segmentación

Los empleamos para identificar una serie de categorías o clusters, que describen los datos (Jain y Dubes, 1988). Entre los procedimientos de clustering contamos con: clustering jerárquico (*hierarchical clustering*): single link y complete link. Los basados en función objetivo son: K-medias y *expectation optimization*. El objetivo de estos

estadísticos es agrupar los elementos que son similares de acuerdo con criterios específicos definidos por el usuario. A través del clustering agrupamos al alumnado de forma que podemos trazar un itinerario de aprendizaje automatizado por niveles, partiendo del proceso de aprendizaje llevado a cabo. Los tipos de cluster que empleamos son:



*K-medias*. El modelo K-medias agrupa conjuntos de datos en grupos distintos (o conglomerados). El método define un número fijo de conglomerados, de forma iterativa asigna registros a los conglomerados y ajusta los centros de los conglomerados hasta que no se pueda mejorar el modelo. En lugar de intentar pronosticar un resultado, los modelos de k-medias utilizan un proceso conocido como aprendizaje no supervisado para revelar los patrones del conjunto de campos de entrada.



*Cobweb*. Cluster que emplea *Cobweb*.



*EM*. Cluster que emplea la técnica *Cluster data using expectation maximization*.



*FarthestFirst*. Cluster que emplea la técnica *Cluster data using the FarthestFirst algorithm*.



*MakeDensityBasedClusterer*. Cluster que usa la técnica *MakeDensityBasedClusterer*.



*SimpleKmeans*. Cluster que usa la técnica Kmedias simple (*Simple KMeans*).



*Kohonen*. El modelo basado en redes Kohonen genera un tipo de red neuronal que se puede usar para conglomerar un conjunto de datos en grupos distintos. Cuando la red se termina de entrenar, los registros que son similares se deberían presentar juntos en el mapa de resultados, mientras que los registros que son diferentes aparecerían aparte. Puede observar el número de observaciones capturadas por cada unidad en el modelo generado para identificar unidades fuertes. Esto le proporcionará una idea del número apropiado de conglomerados.



*Bietápico*. El modelo Bietápico realiza conglomerados de dos pasos. El primer paso es hacer una única pasada por los datos para comprimir los datos de entrada de la fila en un conjunto de subconglomerados administrable. El segundo paso utiliza un método de conglomerado jerárquico para fundir progresivamente los subconglomerados en conglomerados cada vez más grandes. El bietápico tiene la ventaja de estimar automáticamente el número óptimo de conglomerados para los datos de entrenamiento. Puede tratar tipos de campos mixtos y grandes conjuntos de datos de manera eficaz.



*Anomalía.* El modelo Detección de anomalías identifica casos extraños, o valores atípicos, que no se ajustan a patrones de datos “normales”. Con este nodo, es posible identificar valores atípicos aunque no se ajusten a ningún patrón previamente conocido o no se realice una búsqueda exacta.

## Proceso

En este apartado del trabajo empleamos técnicas estadísticas y modelos basados en la minería de datos educativa, con distintas técnicas destinadas a la obtención de información relevante de los datos de la plataforma con el objeto de extraer modelos de clasificación.

### a) Modelos de clasificación

#### Clasificadores bayesianos



*AODE*. Este algoritmo permite una gran precisión de clasificación.



*BayesNet*. Red de aprendizaje bayesiana que usa varias medidas de búsqueda de algoritmos y calidad.



*ComplementNaiveBayes*. Nodo orientado a la construcción y uso de un clasificador bayesiano complementario.



*NaiveBayes*. Nodo clasificador bayesiano que usa un estimador de clases.



*NaiveBayesUpdateable*. Nodo clasificador bayesiano que usa un estimador de clase (actualizable).



*NaiveBayesMultinomial*. Clasificador multinomial bayesiano.



*NaiveBayesSimple*. Nodo clasificador bayesiano simple que modela los atributos numéricos a través de una distribución normal.

### Clasificadores mediante funciones



*RBFNetwork*. Emplea el algoritmo de clustering K-medias para discriminar entre el empleo de la regresión logística o la regresión lineal.



*LinearRegression*. Aplica la función predictiva de regresión lineal. Esta permite predecir un valor o los valores de una variable valorada de forma continua sobre los valores de otras variables, asumiendo cada una como un modelo lineal o no lineal de dependencia. Este tipo de tareas son estudiadas en los campos de redes neuronales y estadística (Montgomery et al., 2001). El valor a predecir en la regresión

es numérico por lo que las variables nominales se discretizan o numerizan. Por ejemplo, una fórmula de regresión podría predecir "los gastos de un nuevo contrato a partir de gastos pasados", de forma que modelaría el nuevo gasto partiendo del comportamiento del gasto anterior.



*SimpleLinearRegression*. Learns a simple linear regression model.

Empleo de la función de regresión lineal simple.



*Regresión logística*. Aplicación de la función de regresión logística.



*Regresión logística lineal*. Empleo de la regresión logística lineal.



*Perceptrón multicapa*. Se emplea en la construcción de Redes neuronales artificiales. "Las redes naturales artificiales son un paradigma de computación muy potente que permite modelizar problemas complejos en los que puede haber interacciones no lineales entre las variables" (VV.AA., 2007). Las aplicaciones de las redes neuronales son muy variadas: clasificación, regresión y agrupamiento. En redes neuronales trabajamos con datos numéricos, por lo que los datos nominales se numerizan.





Red neuronal

*Red neuronal.* El nodo Red neuronal utiliza un modelo simplificado que emula el modo en que el cerebro humano procesa la información: Funciona simultaneando un número elevado de unidades simples de procesamiento interconectadas que parecen versiones abstractas de neuronas. Las redes neuronales son estimadores potentes de funciones generales y requieren un conocimiento matemático o estadístico mínimo para entrenarlas o aplicarlas.

Pace  
Regression

*PaceRegression.* Nodo para la aplicación de la *Pace Regression Function*, que permite tareas de predicción. Bajo condiciones regulares, esta función es ideal cuando los valores tienden al infinito. Emplea un grupo de estimadores o predictores que son óptimos u óptimos en condiciones determinadas. Este tipo de función no considera valores perdidos y atributos nominales no binarios (si/no, verdadero/falso).



SMO

*SMO.* Implementación del algoritmo de optimización mínima secuencial de John Platt para entrenar un clasificador vector soporte.



SMOreg

*SMOreg.* Implementación del algoritmo de optimización secuencial de Bernhard Scholkopf y Alex Smola para entrenar un modelo de regresión basado en vectores soporte.



*Voted Perceptron*. Implementación del algoritmo *voted perceptron* de

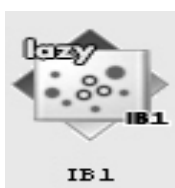
Freund y Schapire. Reemplaza todos los valores perdidos y los transforma en atributos nominales binarios (si/no, verdadero/falso).



*Winnow*. Implementa los algoritmos *Winnow* y *Balanced Winnow* de

Littlestone.

### Clasificadores basados en casos o instancias a través de la lógica difusa



*Nearest-neighbour classifier*. Emplea un algoritmo basado en vecinos

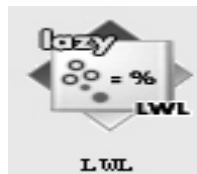
próximos, que usa la distancia euclídea normalizada para encontrar la instancia de entrenamiento más cercana a la instancia de prueba con el objeto de construir el modelo estadístico. Con arreglo a ello, calcula las instancias en el *trainingdataset* y *testdataset*, empleados en la partición y confección de los modelos que se encuentran más cercanas unas de otras. Si muchas instancias tienen la misma distancia (la más cercana), se emplea la primera que se ha hallado. Con este tipo de clasificador las generalizaciones son más lentas y permite relacionar los valores conocidos con registros de valores desconocidos. Este tipo de aprendizaje es útil para datos no estándar, como multimedia o textos. Se requiere una métrica apropiada de distancia para formalizar el concepto de similitud. Cuando los atributos (variables) son nominales se definen las distancias entre los valores. Los valores idénticos tienen una distancia "0".



*K-nearest neighbours classifier*. Normaliza atributos por defecto. Puede seleccionar un valor apropiado de  $K$  basado en la validación cruzada. Puede emplear también la *distance weghing* (campo de ponderación).



*Kstar*. Este es un *instance-based classifier* (clasificador basado en registros), que emplea la clasificación del *test instance* (registro de prueba) a través de los *training instances* (registros de entrenamiento) aquellos registros de entrenamiento similares a él, determinados por función de similaridad.



*Lazy Bayesian Rules Classifier*. El clasificador Naive-Bayes provee un acercamiento fácil y simple para clasificar el aprendizaje. Este nodo permite relajar la asunción de la variable independiente de forma que se reduce en índice de error sobre un rango de de tareas de aprendizaje. Para la clasificación de pequeñas muestras permite una gran precisión.

### Metaclasificadores



*AdaBoostM1*. Este nodo destaca un atributo nominal mediante el método Adaboost M1. Sólo pueden ser tratadas con este nodo variables nominales. Frecuentemente mejora la intepretación y clasificación de los datos pero también genera sobreajustes o sobreentamamientos, desvirtuando los resultados de la clasificación realizada.



*AdditiveRegression*. Metaclasificador que genera un clasificador basado en la regresión base. Cada iteración ajusta el modelo a los residuos dejados por el clasificador en la iteración previa. La predicción es llevada a cabo añadiendo las predicciones de cada clasificador. Reduciendo el parámetro de tasa de aprendizaje ayuda a prevenir el sobreajuste pero se aumenta el tiempo de aprendizaje.



*AttributeSelectedClassifier*. Selecciona un atributo en la fase de entrenamiento.



*Classification via regression*. Clasificador a través de métodos de regresión. El tipo de variable es binarizada (0/1) y un modelo de regresión es construido para cada tipo.



*Filtered Classifier*. Nodo para cargar un clasificador arbitrario de datos que ha sido pasado a través de un filtro arbitrario.



*Grading*. Los clasificadores base son evaluados.



*Logit Boost*. Nodo para la regresión logística aditiva.



*MultiBoost AB*. Este nodo es una extensión de la técnica AdaBoostClass. Emplea el algoritmo C4.5 como algoritmo de aprendizaje base y genera menor índice de error que AdaBoost.



*Multiclass Classifier*. Nodo clasificador de distintos tipos de datos (cadena, numérico, ordinal).



*Ordinal Class Classifier*. Metaclasificador que permite la aplicación de un algoritmo de clasificación estándar para datos ordinales.



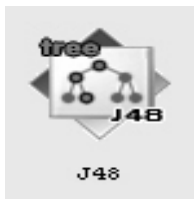
*Stacking*. Combina varios clasificadores mediante el empleo del método de apilamiento. Puede realizar tareas de clasificación o regresión.



*StackingC*. Implementación del *StackingC* (más eficiente que el Stacking o técnica de apilamiento normal).

### Clasificadores basados en árboles

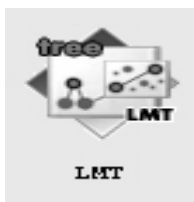
El árbol clasificador de decisión (*decision tree classifier*), nos aporta información en a la clasificación de un elemento para predecir el comportamiento con todo el trabajo almacenado en la base de datos. El árbol de decisión permite dividir un problema en subconjuntos de forma estructurada como reflejamos a continuación en este mapa conceptual.



*J48*. Árbol de decisión similar al algoritmo c4.5. Es el que emplea el software Weka para la minería de datos.



*C5.0*. Este nodo genera modelos basados en el algoritmo C5.0 mediante un árbol de decisión o un conjunto de reglas. El modelo divide la muestra basándose en el campo que ofrece la máxima ganancia de información en cada nivel. El campo objetivo debe ser categórico. Se permiten varias divisiones en más de dos subgrupos.



*LMT*. Clasificador que para construir Árboles de clasificación mediante funciones de regresión logísticas.



*NB Tree*. Clasificador que genera Árboles de decisión con el clasificador Naive-Bayes en las hojas.

Entre las múltiples técnicas que hallamos en este apartado de tratamiento de la información contamos las denominadas *tareas mixtas*, las cuales contienen características de las tareas de predicción y descripción de los datos.



*Árbol CRT.* El modelo de árbol de clasificación y regresión genera un árbol de decisión que permite pronosticar o clasificar observaciones futuras. El método utiliza la partición reiterada para dividir los registros de entrenamiento en segmentos minimizando las impurezas en cada paso, donde un nodo se considera “puro” si el 100% de los casos del nodo corresponden a una categoría específica del campo objetivo. Los campos objetivo y predictor pueden ser de rango o categóricos. Todas las divisiones son binarias (sólo se crean dos subgrupos)<sup>4</sup>.



*Chaid.* El nodo CHAID genera árboles de decisión utilizando estadísticos de chi-cuadrado para identificar las divisiones óptimas. A diferencia de los nodos C&RT y QUEST, CHAID puede generar árboles no binarios, lo que significa que algunas divisiones tendrán más de dos ramas. Los campos objetivo y predictor pueden ser de rango o categóricos. CHAID exhaustivo es una modificación de CHAID que examina con mayor precisión todas las divisiones posibles, aunque necesita más tiempo para realizar los cálculos.



*Regresión lineal.* La regresión lineal es una técnica de estadístico común utilizada para resumir datos y realizar pronósticos ajustando una superficie o línea recta que minimice las discrepancias existentes entre los valores de salida reales y los pronosticados. La regresión lineal es una técnica de estadístico común utilizada para resumir datos y realizar pronósticos ajustando una superficie o línea recta que minimice las discrepancias existentes entre los valores de salida reales y los pronosticados.

<sup>4</sup> Archivo de ayuda de SPSS Clementine.



*Regresión logística.* La regresión logística es una técnica de estadístico para clasificar los registros en función los valores de los campos de entrada. Es análoga a la regresión lineal pero toma un campo objetivo categórico en lugar de uno numérico.



*Zero R.* Class for building and using a 0-R classifier. Predicts the mean (for a numeric class) or the mode (for a nominal class).



## Postproceso

### a) Modelos basados en reglas de asociación

Los modelos de asociación asocian una determinada conclusión (como, por ejemplo, la decisión de comprar algo) con un conjunto de condiciones:



*GRI*. El modelo de Inducción de reglas generalizado (GRI) es capaz de encontrar las reglas de asociación existentes en los datos. Por ejemplo, los clientes que compran cuchillas y loción para después del afeitado también suelen comprar crema de afeitado. GRI extrae reglas con el mayor nivel de contenido de información basándose en un índice que tiene en cuenta tanto la generalidad (soporte) como la precisión (confianza) de las reglas. GRI puede gestionar entradas numéricas y categóricas, pero el objetivo debe ser categórico.



*CARMA*. El modelo *CARMA* extrae un conjunto de reglas de los datos sin necesidad de especificar campos de Entrada (predictor) ni de Salida (objetivo). A diferencia de A priori y GRI, el nodo *CARMA* ofrece configuraciones de generación basadas en el soporte de las reglas (soporte para el antecedente y el consecuente), no sólo en el soporte de antecedentes. Esto significa que las reglas generadas se pueden utilizar en una gama de aplicaciones más amplia, por ejemplo, para buscar una lista de productos o servicios (antecedentes) cuyo consecuente es el elemento que se desea promocionar durante esta temporada de vacaciones.



A priori. El *modelo A priori* extrae un conjunto de reglas de los datos y destaca aquellas reglas con un mayor contenido de información. A priori ofrece cinco métodos diferentes para la selección de reglas y utiliza un sofisticado esquema de indización para procesar eficientemente grandes conjuntos de datos. En los problemas de mucho volumen, A priori se entrena más rápidamente que GRI, no tiene un límite arbitrario para el número de reglas que puede retener y puede gestionar reglas que tengan hasta 32 precondiciones. A priori requiere que todos los campos de entrada y salida sean categóricos, pero ofrece un mejor rendimiento ya que está optimizado para este tipo de datos.

## b) Herramientas de Visualización



*Attribute Summarizer*. Sumarización de atributos. La sumarización consiste en la agregación de datos, para encontrar una descripción concisa de una subserie de datos. Hay muchas técnicas de clasificación que son empleadas para generar informes automatizados análisis de datos interactivos (Fayyad et al., 1996).



*Data visualizer*. Visualizador de datos. Permite la exploración detallada de los datos de salida del modelo.



*Graph viewer.* Genera gráficos del Modelo y los datos.



*Strip Chart.* Visualizar un gráfico de hilo de forma detallada.



*Text viewer.* Visualizador de texto. Es útil para las técnicas de Minería de textos o *Text Mining*.



*Gráfico de hilo.* Los gráficos muestran valores de un campo Y frente a los valores de un campo X. A menudo, estos campos corresponden a una variable dependiente y a una variable independiente respectivamente.



*Gráfico de distribución.* Permite seleccionar el tipo de distribución. Seleccione Campos seleccionados para mostrar la distribución del campo seleccionado. Seleccione Todas las marcas (valores verdaderos) para mostrar la distribución de los valores verdaderos de los campos de marcas del conjunto de datos.



*Histograma.* Los nodos Histograma muestran ocurrencia de valores de los campos numéricos. Se suelen utilizar para explorar los datos antes de las

manipulaciones y la generación de modelos. Al igual que con el nodo Distribución, con frecuencia los nodos de histogramas se utilizan para detectar desequilibrios en los datos.



Colección

Las colecciones son similares a los histogramas salvo por el hecho de que las colecciones muestran la distribución de los valores de un campo numérico relativo a los valores de otro, en lugar de la ocurrencia de los valores de un solo campo. Las colecciones son útiles para ilustrar una variable o un campo cuyos valores cambian con el tiempo. Con los gráficos 3D también puede incluir un eje simbólico que muestra las distribuciones por categoría.



G. múltiple

*Gráfico múltiple.* Un gráfico múltiple es un tipo especial de gráfico que muestra varios campos Y sobre un sólo campo X.

**Campo X.** Permite seleccionar un campo para mostrarlo en el eje x.

**Campos Y.** Seleccione uno o varios campos de la lista para mostrarlo en el rango de los valores del campo X. Utilice el botón del selector de campos para seleccionar múltiples campos. Pulse en el botón de eliminación para eliminar campos de la lista.



Malla

*Malla.* Seleccione esta opción para crear un gráfico de malla que ilustre la fuerza de las relaciones entre todos los campos especificados.



*Gráfico de evaluación.* Permite seleccionar gráficos de varios tipos: seleccione uno de los siguientes tipos: Ganancias, Respuesta, Elevación, Beneficio o Rentabilidad de la inversión.



*Gráfico de tiempo.* Permite seleccionar el modo de representación de los datos de series.

- Serie seleccionada. Representa los valores para las series temporales seleccionadas. Si selecciona esta opción para representar los intervalos de confianza, anule la selección de la casilla de verificación Normalizar.
- Modelos de serie temporal seleccionada. Utilizada junto con un modelo Serie temporal, esta opción representa todos los campos relacionados (valores reales y pronosticados, e intervalos de confianza) para una o más series temporales seleccionadas. Esta opción deshabilita algunas de las otras opciones del cuadro de diálogo. Ésta es la opción más adecuada para la representación de intervalos de confianza.

## SEGUNDA PARTE. CONFIGURACIÓN DE MODELOS EN LA MINERÍA DE DATOS EDUCATIVOS

Cuando elaboramos un modelo estadístico, en minería de datos, requerimos de una configuración adecuada de dicho modelo para generar Modelos que midan con la suficiente precisión el comportamiento de los datos. En este gráfico que presentamos los nodos de modelos de calidad obtenidos para nuestros análisis:

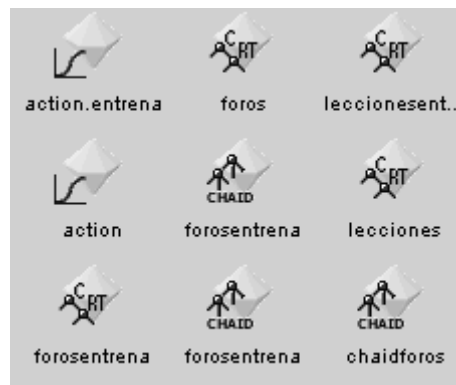


Imagen. Modelos estadísticos de calidad de SPSS Clementine.

El proceso de configuración de los modelos estadísticos conlleva una tarea de selección de las técnicas que vamos a emplear en la confección de los mismos. Para la obtención de estos modelos de calidad, necesitamos la selección de una fuente u origen desde donde tomamos y leemos los datos. En esta parte, todo tipo de nodos de cribado, limpieza, selección y reclasificación de variables es posible seleccionar. Nuestro trabajo, *supone un análisis previo de todos los datos recogidos en las casi 200 tablas*, que registran la información de la plataforma musical y una selección de aquellas variables de estudio que contienen información significativa para nuestra investigación.

Seguidamente, una vez que contamos con la información relevante de nuestro soporte informático, procedente de la plataforma online, *configuramos los procesos de modelado implicados en la minerización de datos musicales*, tal y como mostramos a continuación:

## I. TABLAS DE REGISTRO GENERAL DE ACTIVIDAD EN LA PLATAFORMA EDUCATIVA

- PCA/FACTORIAL

En el análisis factorial, en primer lugar definimos aquellos campos que vamos a utilizar en el modelado. Estos son *userid* (usuario) y *curso*, como variables de entrada, que contienen datos numéricos. Además empleamos un campo de partición, que previamente creamos con otro nodo de modelado denominado *partición*, tal y como mostramos en esta captura de pantalla:

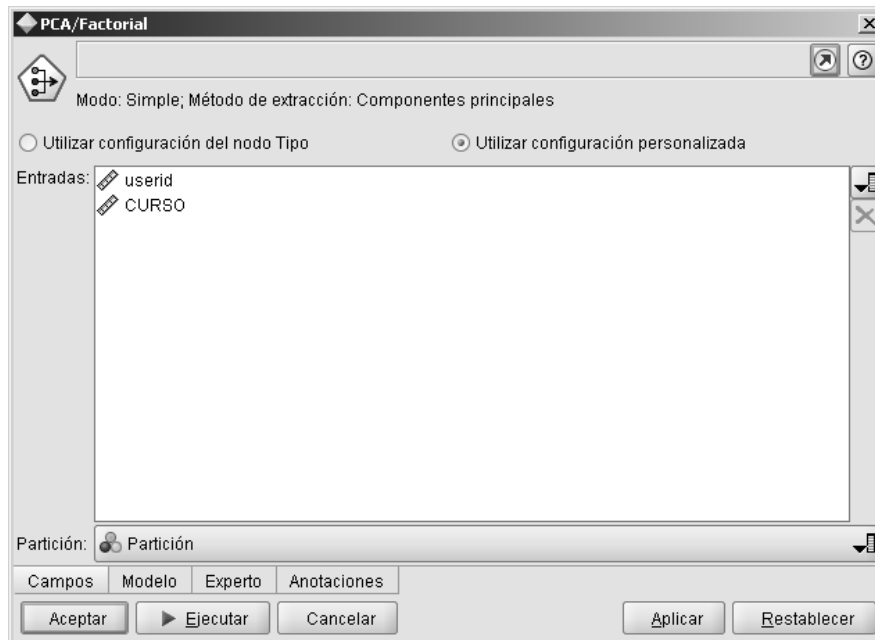


Imagen. Pestaña Campos del Modelo PCA/Factorial.

En segundo lugar, pulsamos la pestaña modelos y elegimos utilizar los datos para la confección del modelo en particiones, así como el método de extracción componentes principales.

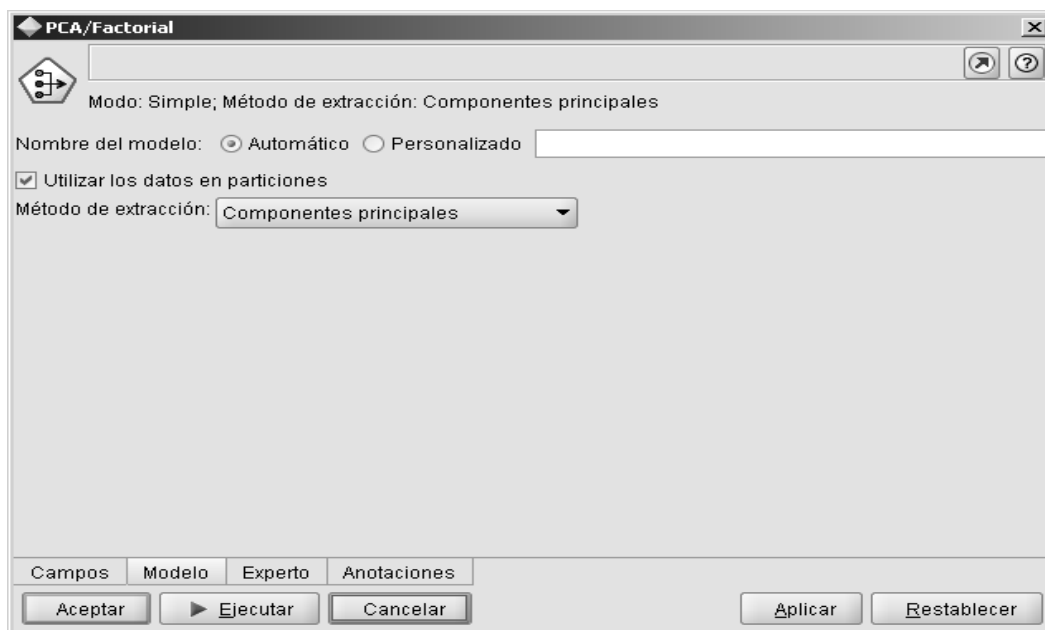


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo PCA/Factorial.

Por último, optamos por un modo simple de configuración del modelo, que consiste en utilizar registros completos (en el caso de los valores perdidos), emplear como campos la matriz de correlaciones, 25 iteraciones como número máximo para la convergencia y extraer autovalores mayores que 1.

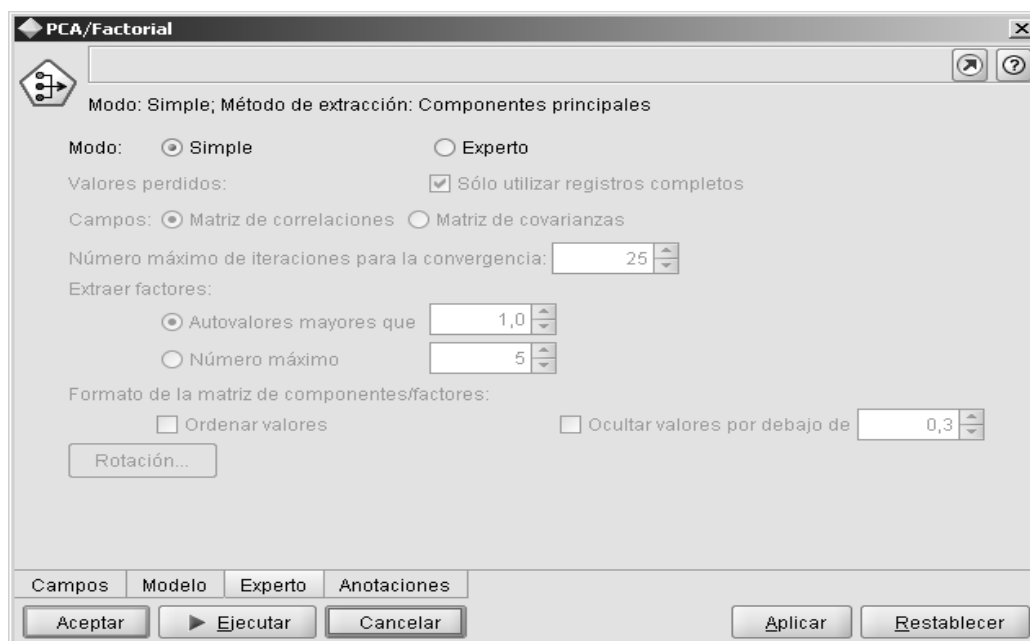


Imagen. Pestaña Experto del Modelo PCA/Factorial.



- ANÁLISIS DISCRIMINANTE

En el análisis discriminante empleamos como campo objetivo, la variable *module* (modulo de curso), con datos nominales y como variables de entrada *userid* y *curso* y un campo de partición, que definimos previamente.

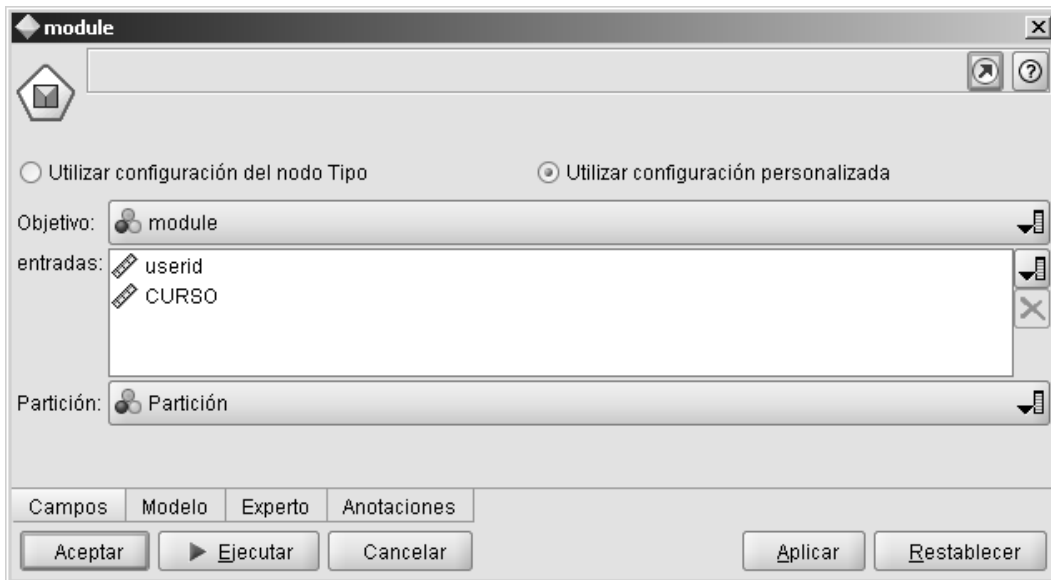


Imagen. Pestaña Campos del Modelo de Análisis discriminante.

En segundo lugar, en la pestaña modelo elegimos utilizar los datos en particiones y el método entrar.

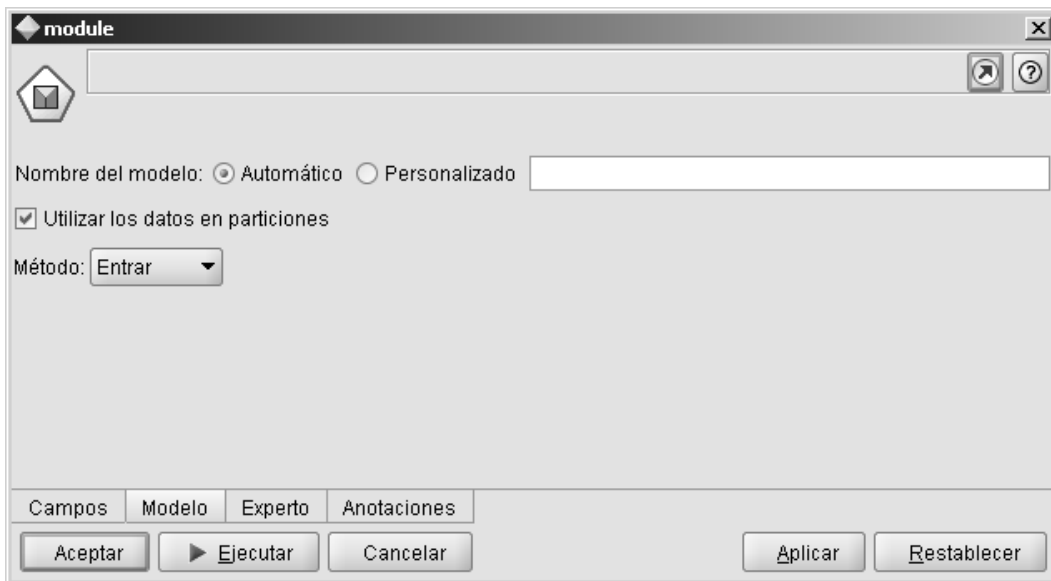


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo de Análisis discriminante.

Por último, en la pestaña experto, seleccionamos el modo simple, con las opciones todos los grupos iguales en posibilidades previas y usar matriz de covarianzas intra-grupos.



Imagen. Pestaña Experto del Modelo de Análisis discriminante.

- *K-MEDIAS*

En el Modelo K-medias empleamos, como datos de entrada las variables *userid* y *curso* (variables con datos numéricos), y las variables nominales *module* (como conjunto sin ordenar) y *action* (conjunto ordenado), así como un campo de partición definido previamente.

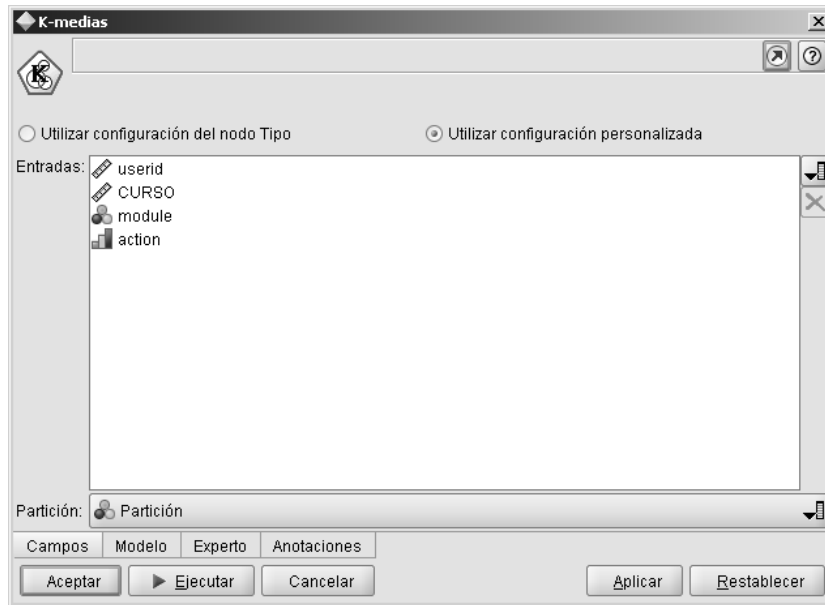


Imagen. Pestaña Campos del Modelo K-medias.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, elegimos utilizar los datos en particiones, 5 conglomerados y no generar campo de distancia ni mostrar proximidad de conglomerados.

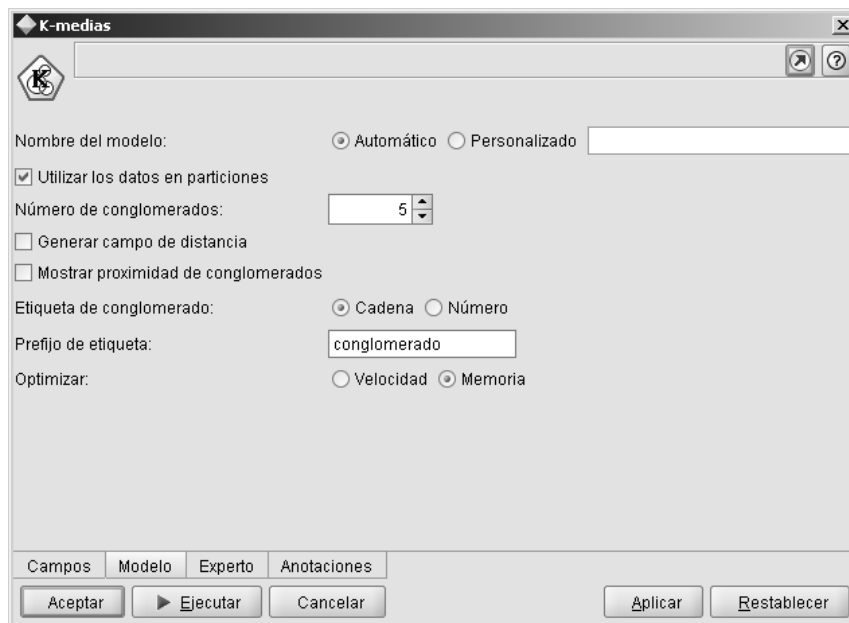


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo K-medias.

Por último, seleccionamos un modo simple y la detención por defecto de la confección del modelo, consistente en 20 iteraciones como número máximo, 0 % en cambio en la tolerancia y un valor codificado para conjuntos de 0,70711.

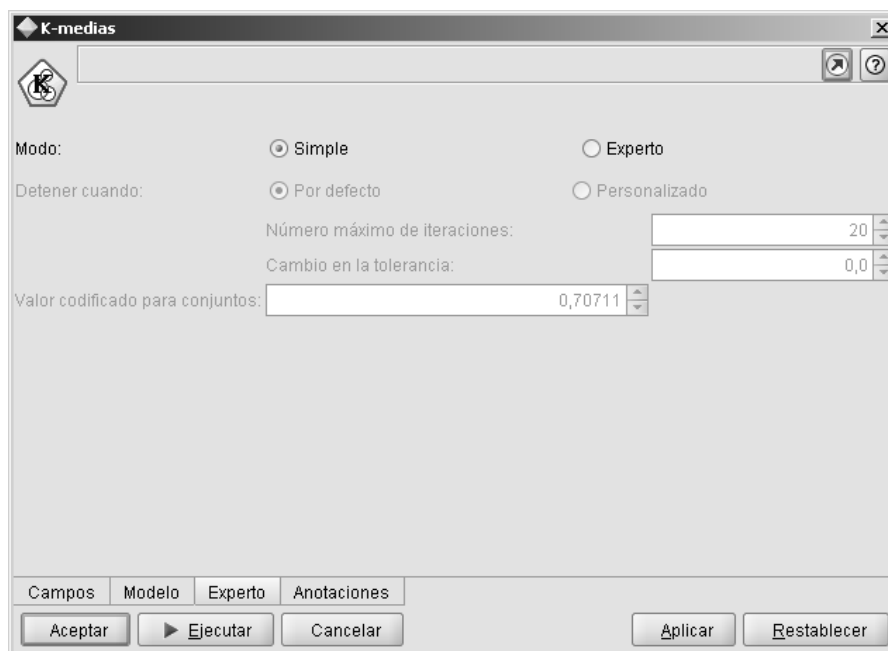


Imagen. Pestaña Experto del Modelo K-medias.

- RED KOHONEN

En el Modelo Red de Kohonen, empleamos como datos de entrada las variables *userid* y *curso* (variables con datos numéricos), y las variables nominales *module* (como conjunto sin ordenar) y *action* (conjunto ordenado) así como un campo de partición definido previamente.

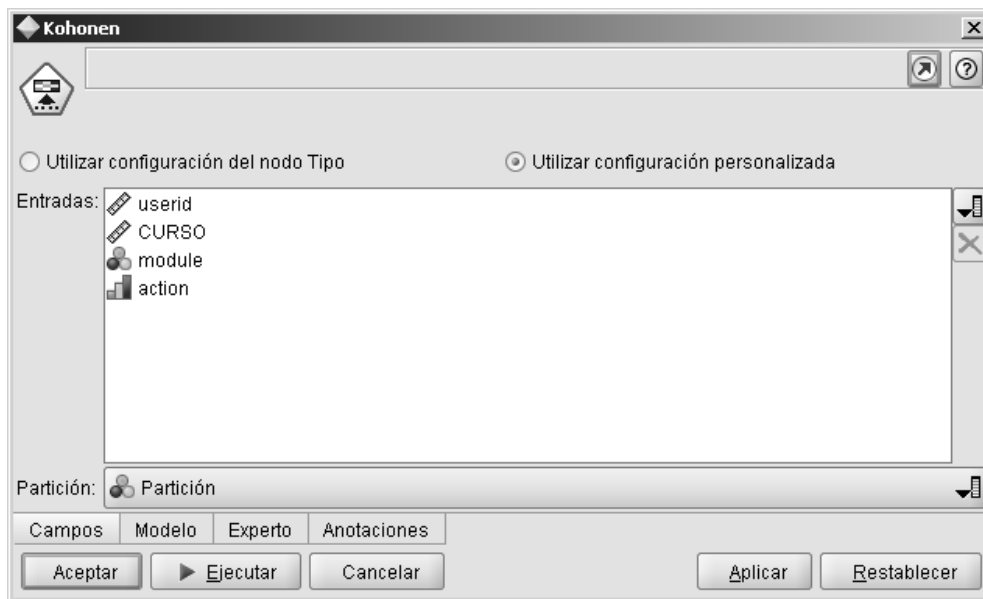


Imagen. Pestaña Campos del Modelo Red Kohonen.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, seleccionamos la opción utilizar los datos en particiones y mostrar gráfico de retroalimentación. No definimos un tiempo para la creación del modelo y establecemos una semilla aleatoria para evitar el sobreajuste del modelo y que el sobreentrenamiento desvirtúe los valores de salida, alejándonos de esta forma al comportamiento real de los datos en el modelado.

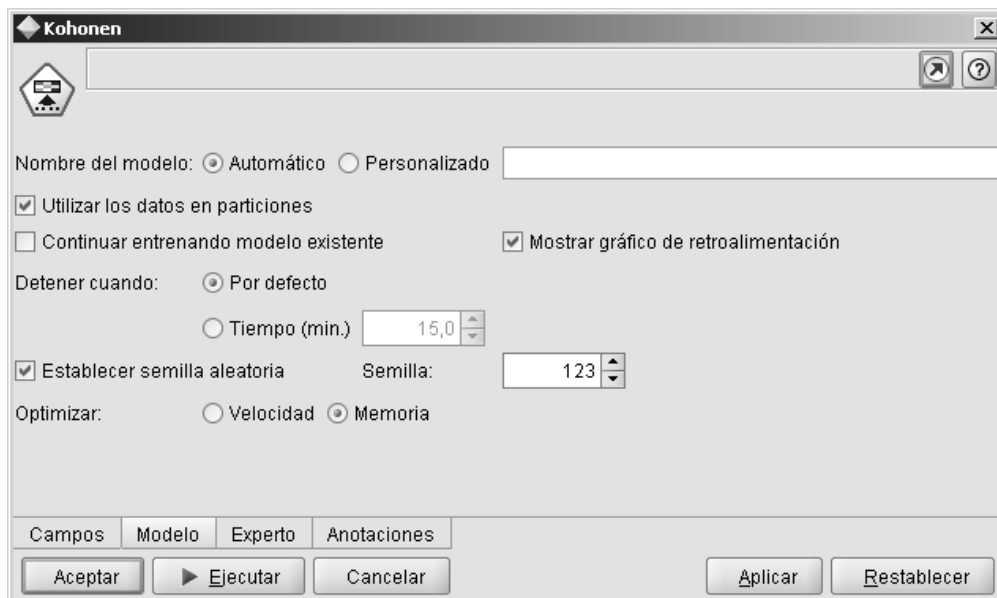


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo Red Kohonen.

En tercer lugar, optamos por un modo simple con ancho 10 y longitud 7, un decrecimiento lineal. Establecemos en la fase 1, una vecindad 2, la eta inicial 0,3 y 20 ciclos. En la fase 2, vecindad 1, eta inicial 0,1 y 150 ciclos.

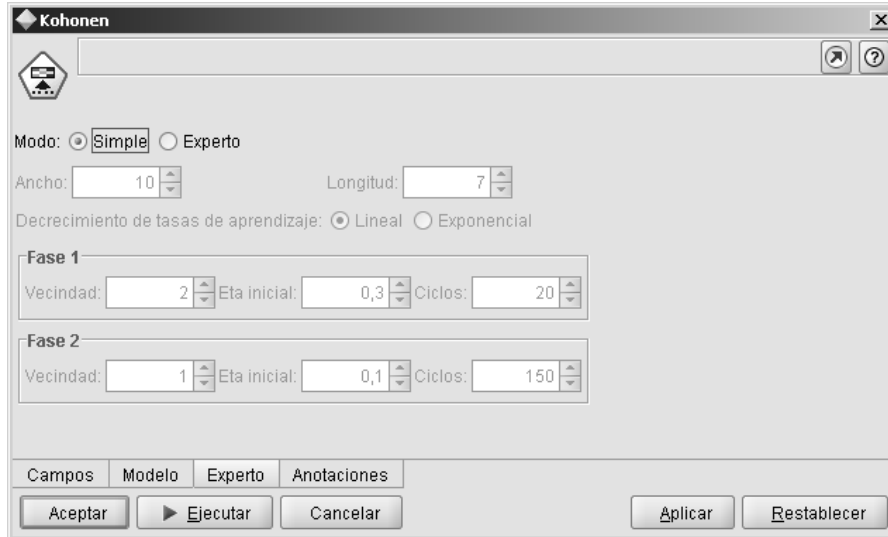


Imagen. Pestaña Experto del Modelo Red Kohonen

- BIETÁPICO

En el Modelo Bietápico aplicamos, como datos de entrada las variables *userid* y *curso* (variables con datos numéricos), y las variables nominales *module* (como conjunto sin ordenar) y *action* (conjunto ordenado), así como un campo de partición definido previamente.

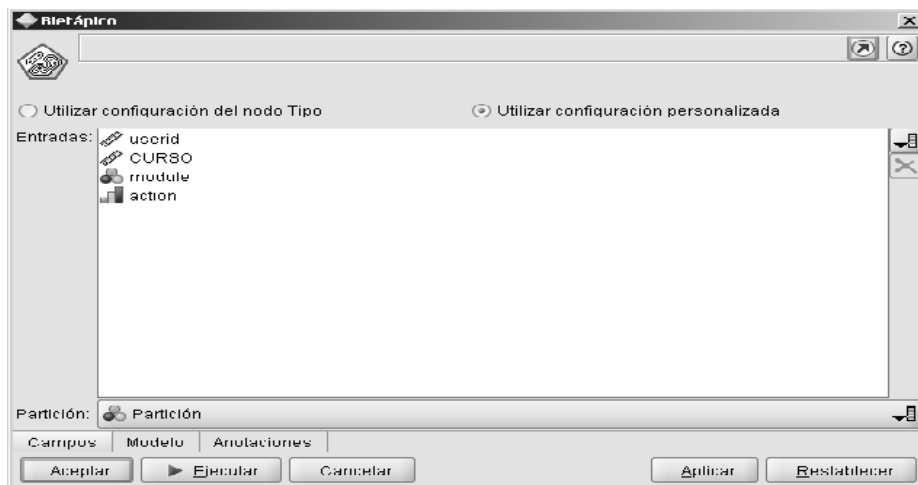


Imagen. Pestaña Campos del Modelo Bietápico.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, optamos por utilizar los datos en particiones, estandarizar los campos numéricos y no excluir valores atípicos. El número de conglomerados se calcula de forma automática con valores entre 2 y 15.

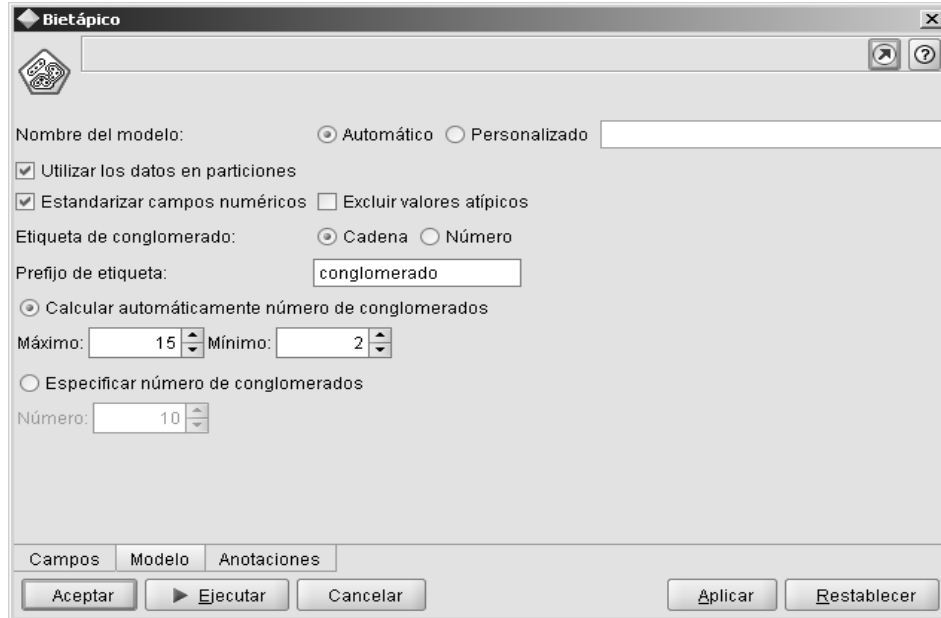


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo Bietápico

- DETECCIÓN DE ANOMALÍAS

En el modelo detección de anomalías empleamos, como datos de entrada las variables *userid* y *curso* (variables con datos numéricos), y las variables nominales *module* (como conjunto sin ordenar) y *action* (conjunto ordenado), así como un campo de partición definido previamente.

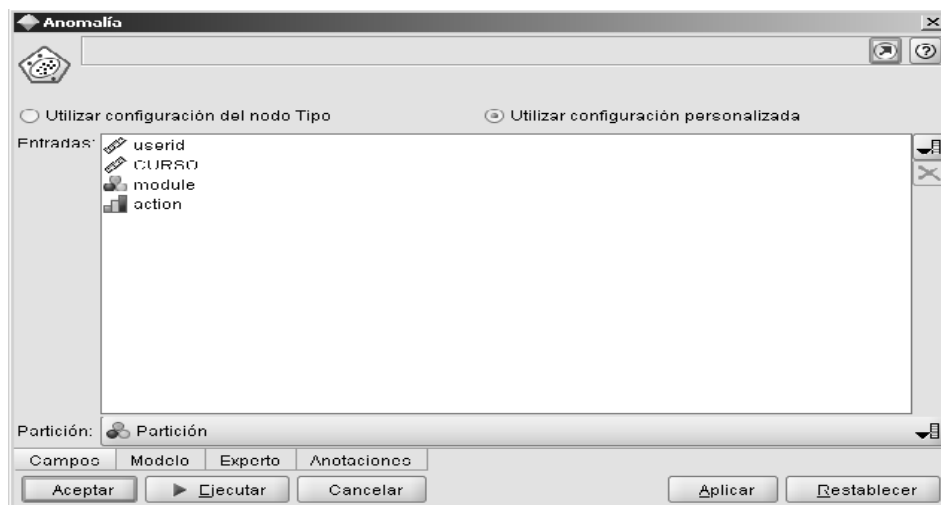


Imagen. Pestaña Campos del Modelo de Detección de anomalías.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, escogemos utilizar los datos en particiones y determinar el valor de corte para la anomalía en un 1% de porcentaje de registros más anómalos de los datos de entrenamiento y 3 campos de anomalía para el informe.

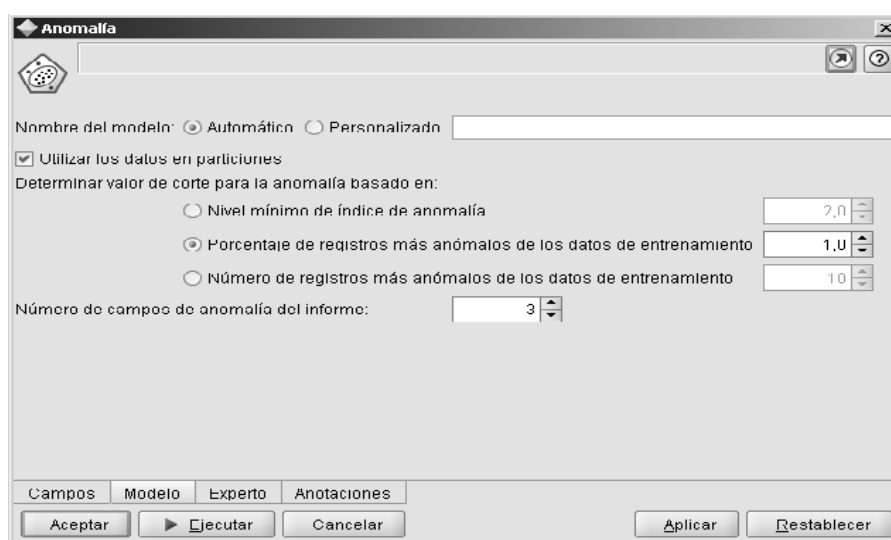


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo de Detección de anomalías.

Por último, en la pestaña experto, escogemos un modo simple, que supone 6 % de coeficiente de ajuste, calcular automáticamente el número de grupos de homólogos en un rango de 1 a 15. En la opción de proporción de ruido seleccionamos imputar los valores perdidos.



Imagen. Pestaña Experto del Modelo de Detección de anomalías.



- CRT

En el Árbol de decisión CRT, escogemos como campo objetivo, o sea, aquél que vamos a pronosticar su comportamiento en el futuro *action* (acción realizada en la plataforma), las variables de entrada *userid*, *curso* y *module*, así como un campo de partición definido previamente. Aunque existe la posibilidad no elegimos la opción utilizar campo de frecuencia ni de ponderación.

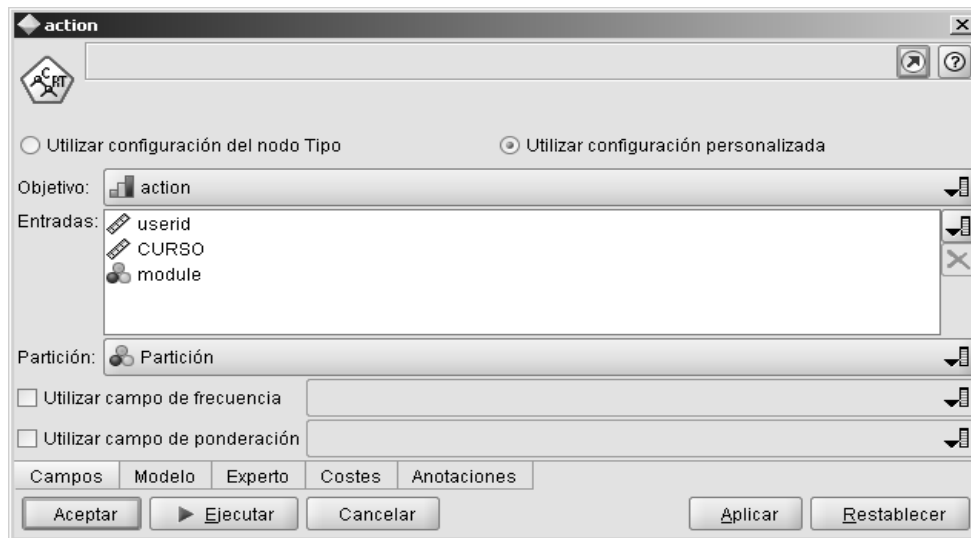


Imagen. Pestaña Campos del Modelo de Árbol de clasificación y regresión.

En segundo lugar, en la opción modelo, seleccionamos utilizar los datos en particiones y generar modelo con una máxima profundidad de árbol con 5 niveles por debajo de la raíz.

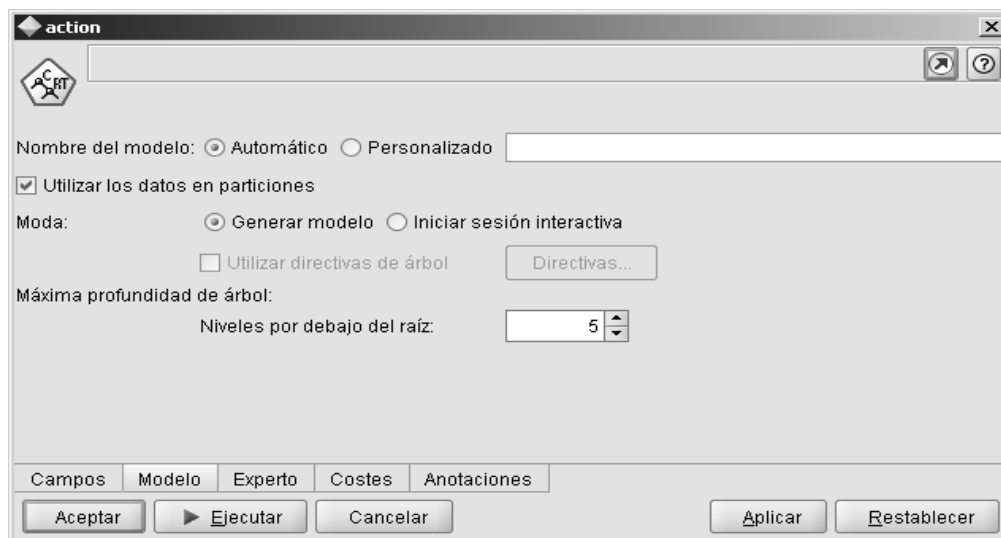


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo de Árbol de clasificación y regresión.

En tercer lugar, en la pestaña experto, elegimos el modo simple, con 5 como número máximo de sustitutos, cambio mínimo en la impureza de 0,00010000, medida de impureza para objetivos categóricos Gini, Podar árbol y emplear el multiplicador 1,0.

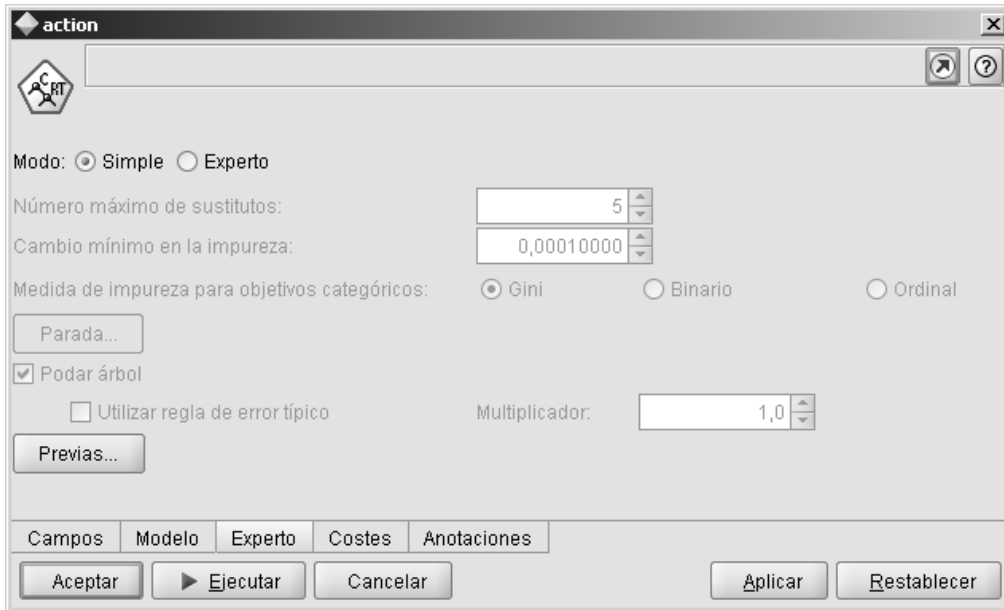


Imagen. Pestaña configuración del Modelo de Árbol de clasificación y regresión.

Por último, en la pestaña costes no seleccionamos la opción utilizar costes de clasificación errónea.

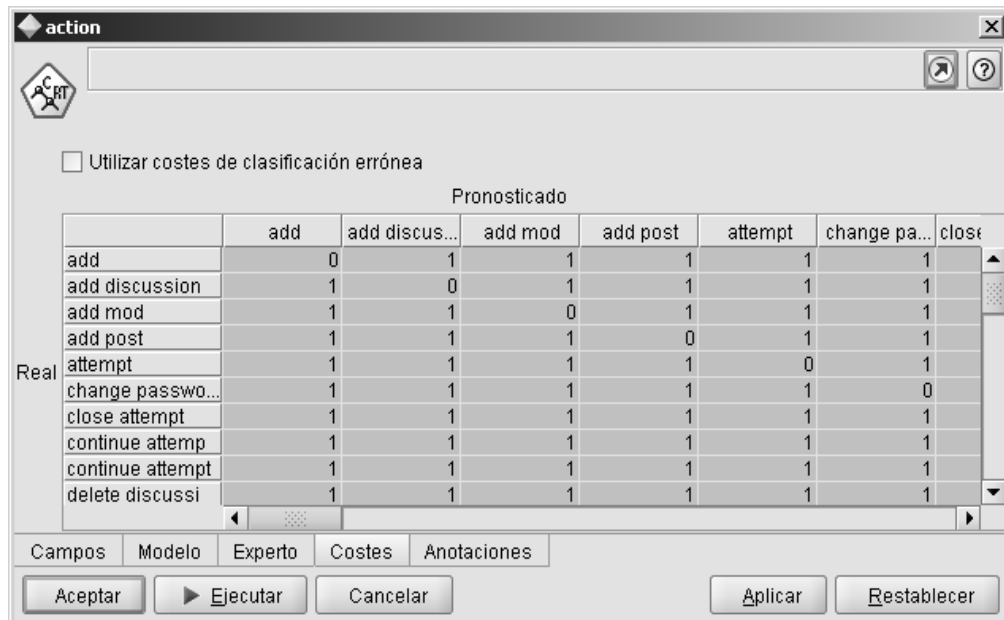


Imagen. Pestaña Costes del Modelo de Árbol de Clasificación y Regresión.

- C5.0

En primer lugar, en la pestaña campos, escogemos como campo objetivo *action* (acción), *userid*, *curso* y *module*, como campos de entrada y un campo de partición previamente definido.

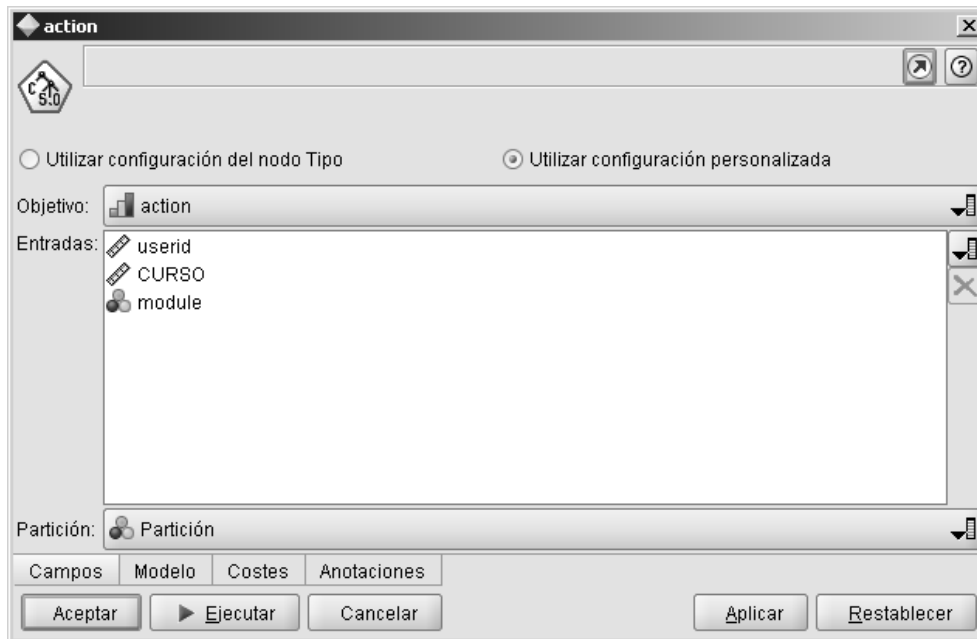


Imagen. Pestaña Campos del Modelo C5.0.

Posteriormente, en la pestaña modelo, escogemos utilizar los datos en particiones, el árbol de decisión como tipo de resultado y favorecer la precisión con un ruido esperado del 0%.

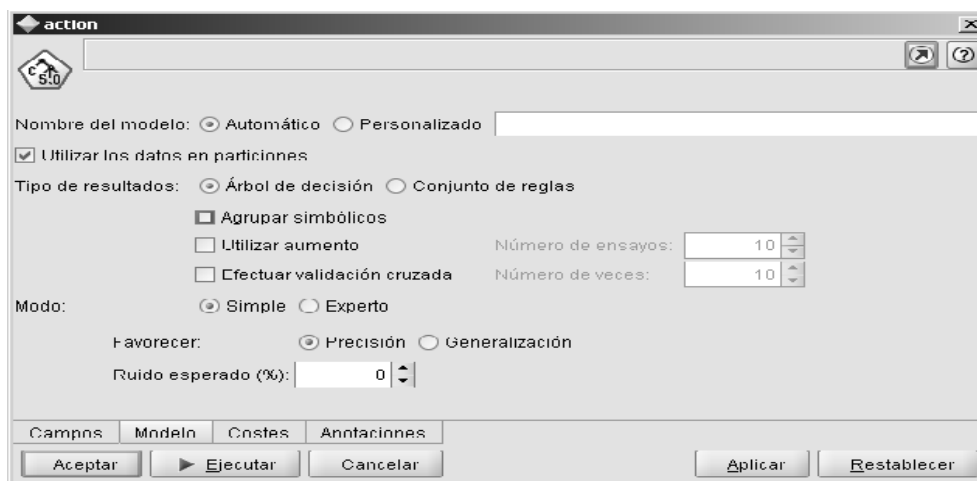


Imagen. Pestaña de Modelo del Modelo C5.0.

Por último, en la pestaña costes, no seleccionamos la opción utilizar costes de clasificación errónea.

Utilizar costes de clasificación errónea

Pronosticado

	add	add discus...	add mod	add post	attempt	change pa...	close
add	0	1	1	1	1	1	1
add discussion	1	0	1	1	1	1	1
add mod	1	1	0	1	1	1	1
add post	1	1	1	0	1	1	1
attempt	1	1	1	1	0	1	1
Real change passwo...	1	1	1	1	1	0	1
close attempt	1	1	1	1	1	1	1
continue attemp	1	1	1	1	1	1	1
continue attempt	1	1	1	1	1	1	1
delete discussi	1	1	1	1	1	1	1
delete mod	1	1	1	1	1	1	1
dnwnlnad	1	1	1	1	1	1	1

Campos Modelo Costes Anotaciones

Aceptar Ejecutar Cancelar Aplicar Restablecer

Imagen. Pestaña de Costes del Modelo C5.0.

- CHAID

En el modelo CHAID, en la pestaña campos, escogemos como campo objetivo *action* (acción), *userid*, *curso* y *module* como variables de entrada y campo de partición previamente definido. No empleamos campo de frecuencia ni de ponderación.

Utilizar configuración del nodo Tipo  Utilizar configuración personalizada

Objetivo: action

Entradas: userid, CURSO, module

Partición: Partición

Utilizar campo de frecuencia  Utilizar campo de ponderación

Campos Modelo Experto Costes Anotaciones

Aceptar Ejecutar Cancelar Aplicar Restablecer

Imagen. Pestaña de Campos del Modelo CHAID.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, seleccionamos la opción utilizar los datos en particiones, el método CHAID y generar modelo con 5 niveles por debajo del raíz como profundidad máxima del árbol.

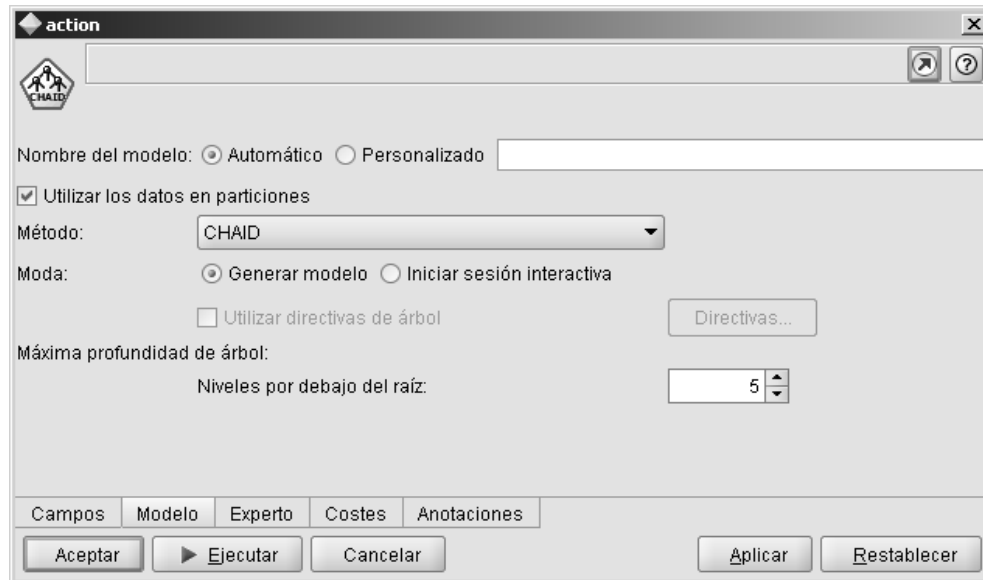


Imagen. Pestaña de Modelo del Modelo CHAID.

En la pestaña experto, seleccionamos el modo simple, con un alfa para la división de 0,05000000, un alfa para fusión de 0,05000000. En Chi-cuadrado para objetivos categóricos Pearson, un Épsilon para convergencia de 0,00100000, un número máximo de iteraciones para la convergencia de 100 y utilizar la corrección de Bonferroni.

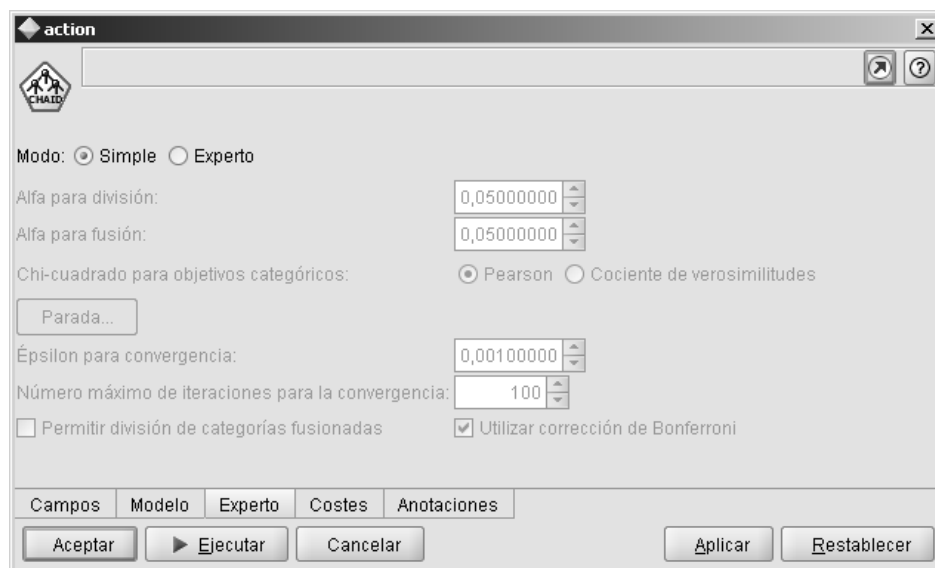


Imagen. Pestaña Experto del Modelo CHAID.

Por último, en la pestaña costes, no seleccionamos la opción utilizar costes de clasificación errónea.

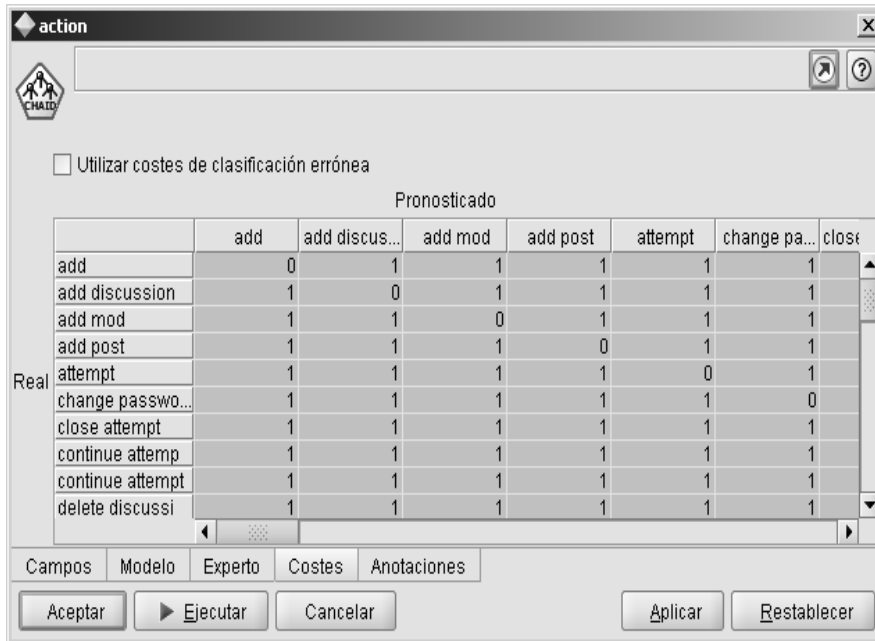


Imagen. Pestaña Costes del Modelo CHAID.

- RED NEURONAL

En primer lugar, en la pestaña campos, escogemos la variable *action* (acción), como campo objetivo, *userid*, *curso* y *module* como variables de entrada y un campo de partición previamente definido.

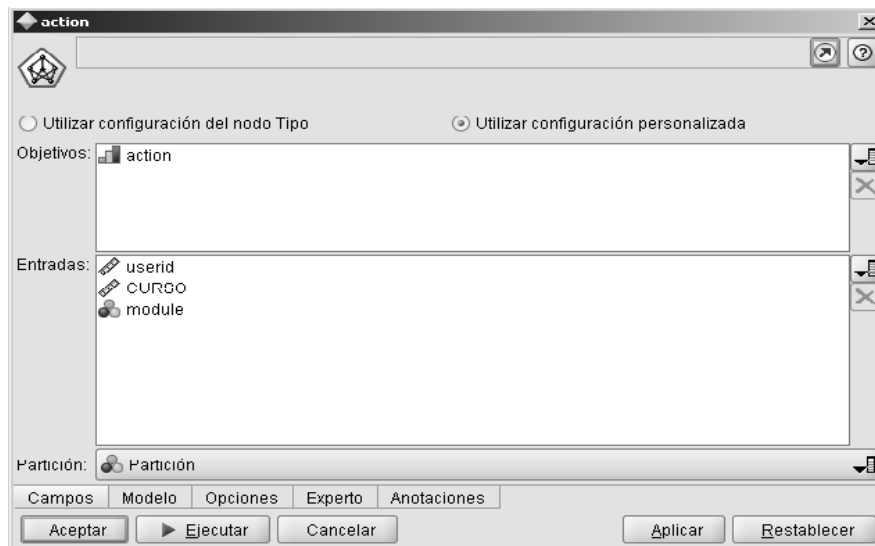


Imagen. Pestaña Campos del Modelo Red Neuronal.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, seleccionamos utilizar los datos en particiones, el método rápido, evitar sobreentrenamiento en el 50% de la muestra.

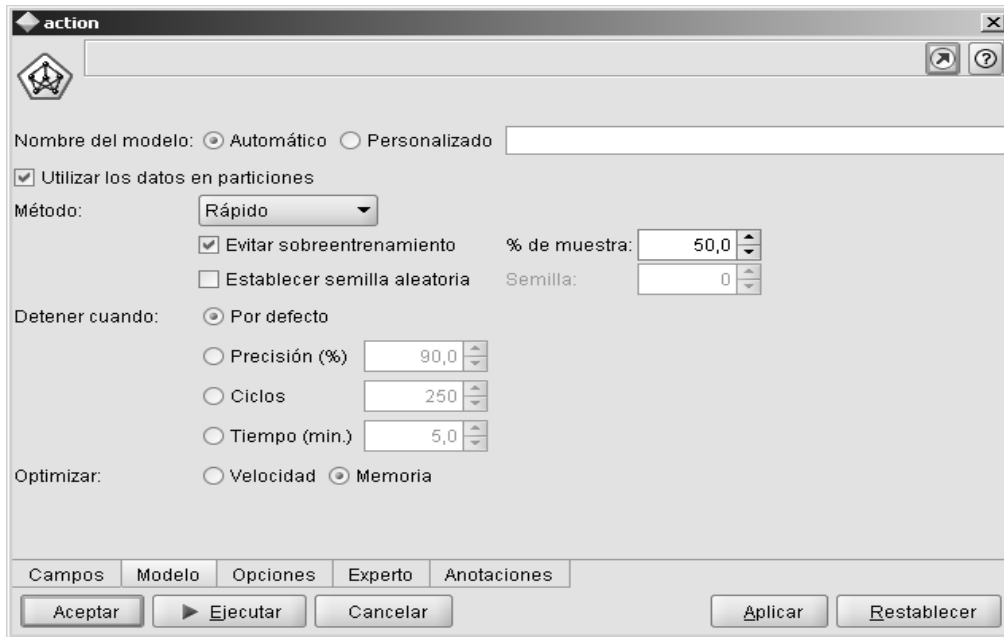


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo Red Neuronal.

En la pestaña opciones, escogemos mostrar gráfico de retroalimentación, utilizar la mejor red y hacer análisis de sensibilidad.

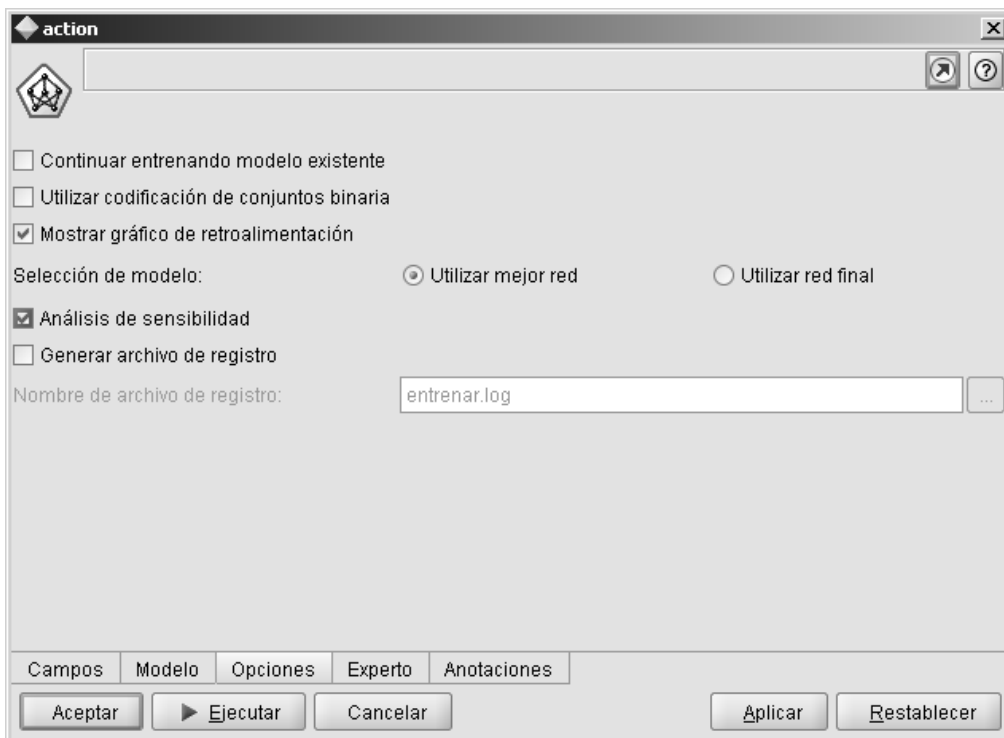


Imagen. Pestaña Opciones del Modelo Red Neuronal.

Por último, en la pestaña experto, elegimos el modo simple con una capa oculta, valor 20 en la capa 1, valor 15 en la capa 2 y 10 en la capa 3, con una persistencia de 200.

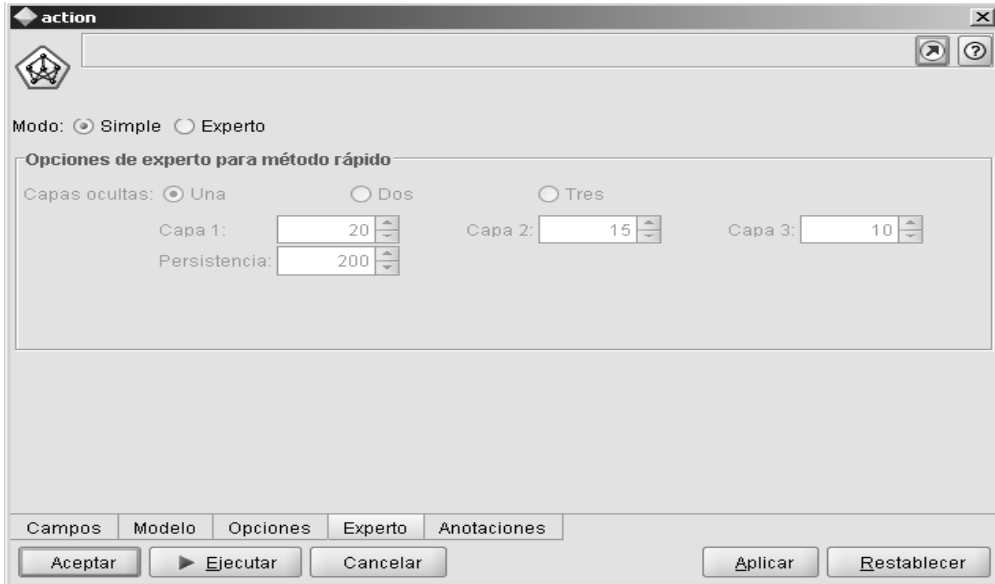


Imagen. Pestaña Experto del Modelo Red Neuronal.

- GRI

En el Modelo GRI, empleamos como variables consecuentes *action* y *module* y como antecedente *userid*.

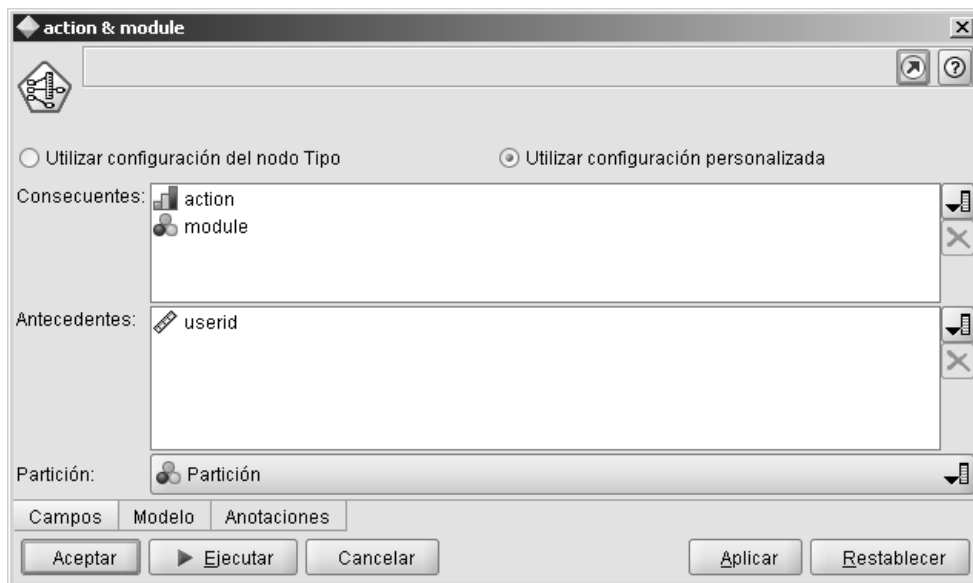


Imagen. Pestaña Campos del Modelo Inducción de Reglas Generalizado.



En segundo lugar, en la pestaña modelo, seleccionamos utilizar los datos en particiones, 0,0% soporte mínimo de las reglas, 50% en confianza mínima de las reglas, 2 antecedentes como máximo y 100 reglas como máximo. Además marcamos la casilla de sólo valores verdaderos para las marcas.

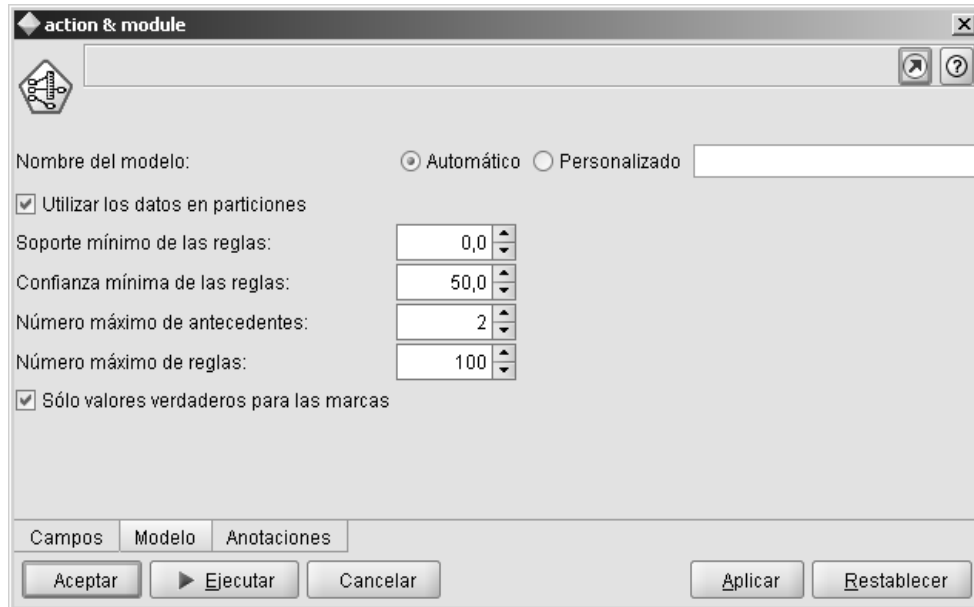


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo Inducción de Reglas Generalizado.

- APRIORI

En primer lugar, elegimos la variable *action* como campo consecuente y *module* como antecedente. Además empleamos un campo de partición, previamente definido.

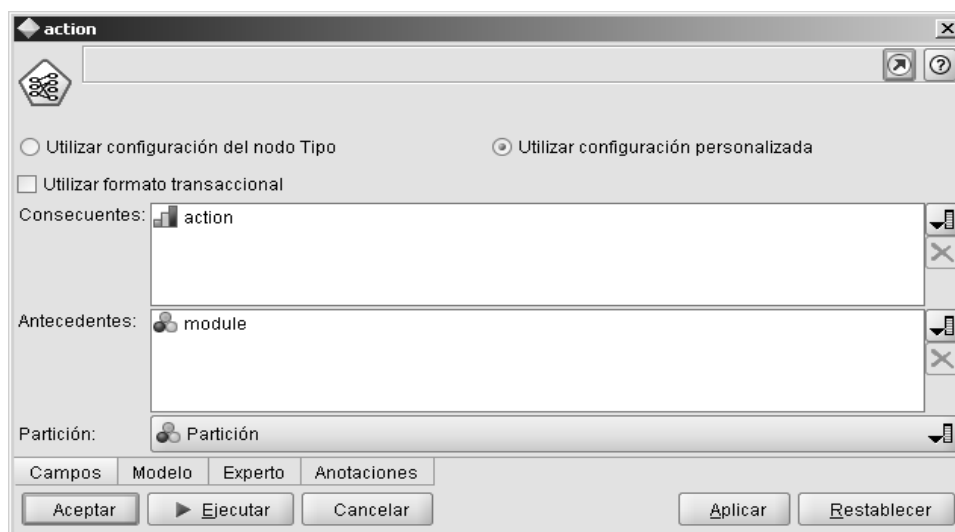


Imagen. Pestaña Campos del Modelo A priori.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, escogemos utilizar los datos en particiones, 10% como soporte mínimo de las reglas, un 80% como confianza mínima de las reglas y 5 como número máximo de antecedentes. Elegimos también optimizar la velocidad en el modelado en lugar de la memoria.

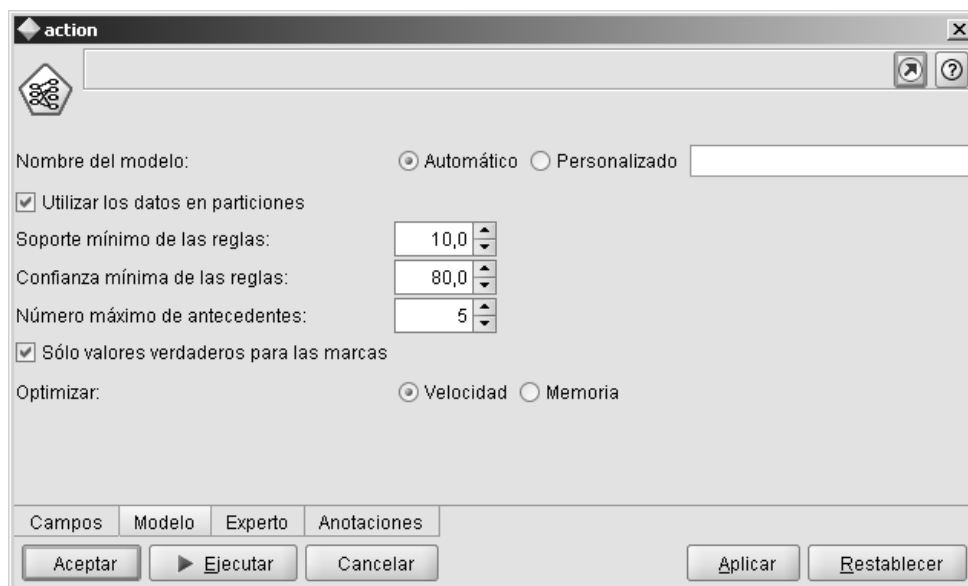


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo A priori.

En tercer lugar, en la pestaña experto, seleccionamos el modo simple, con confianza de la regla como medida de evaluación y 10 como límite inferior de la medida de evaluación.

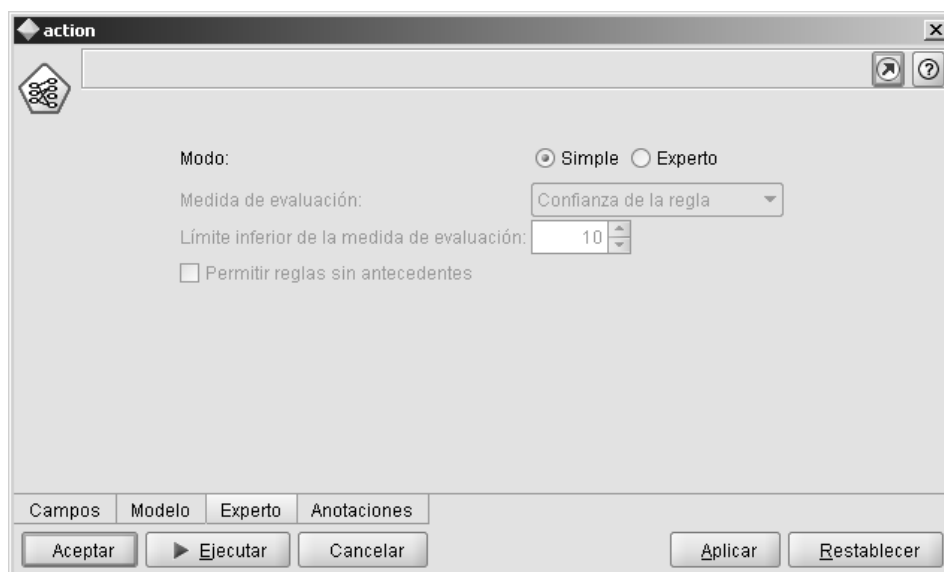


Imagen. Pestaña Experto del Modelo Apriori.

- CARMA

En la pestaña campos, seleccionamos utilizar formato transaccional, como variable ID la variable *userid* y en contenido la variable *module*.

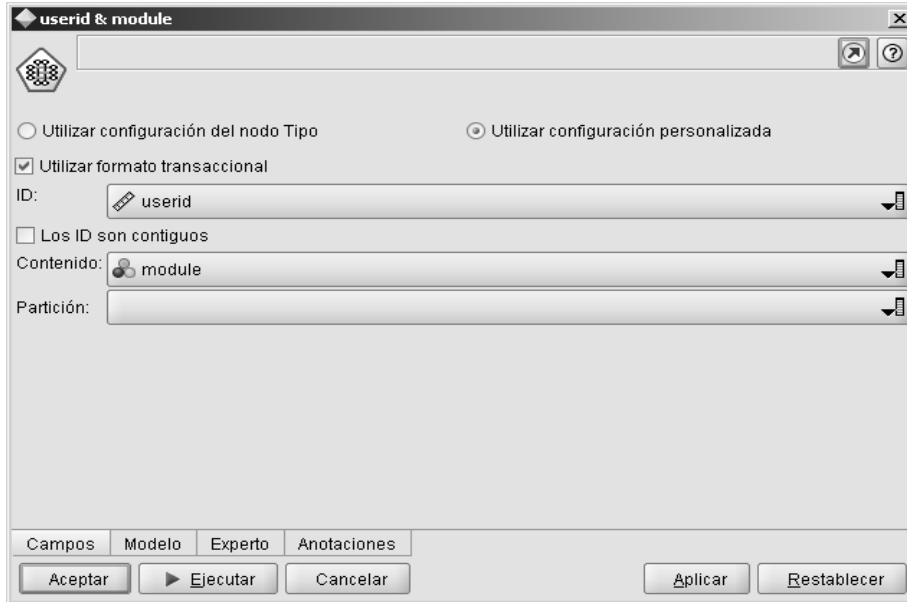


Imagen. Pestaña Campos del Modelo CARMA.

En la pestaña experto, escogemos utilizar los datos en particiones, 20% como soporte mínimo de las reglas, 20% como confianza mínima de las reglas y 10 como tamaño máximo de la regla.

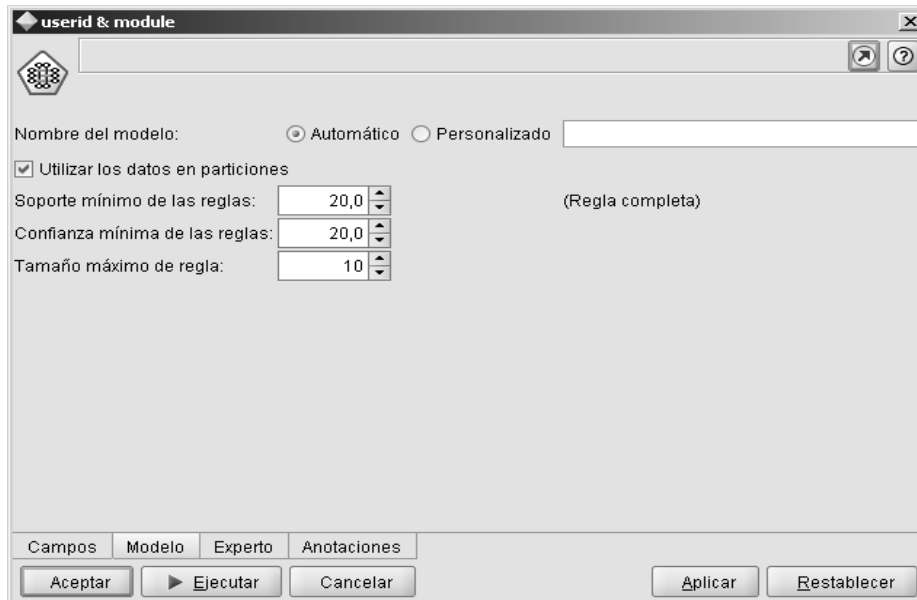


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo Carma.

En la pestaña experto, establecemos como valor de poda del Árbol de decisión 500 y 100 como número de transacciones estimado.

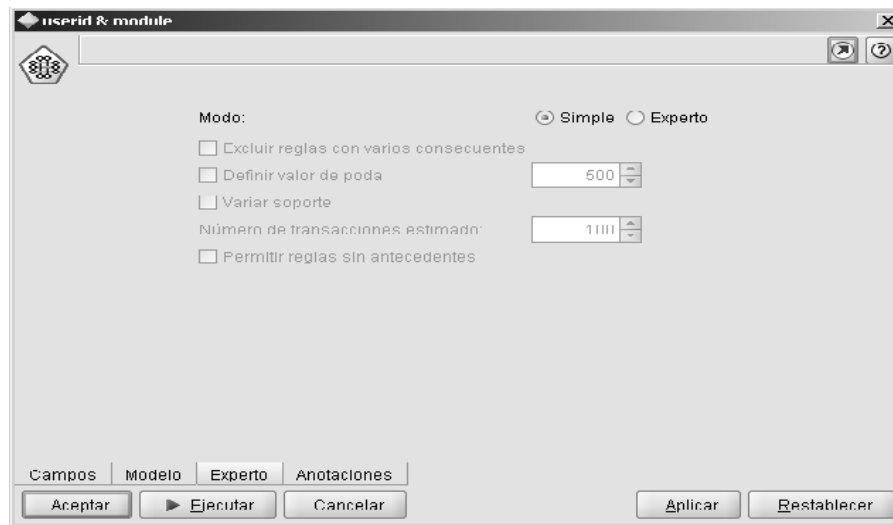


Imagen. Pestaña Experto del Modelo Carma.

## II. TABLAS DE FOROS EN LA PLATAFORMA EDUCATIVA

- K-MEDIAS

En el Modelo K-medias empleamos, como datos de entrada las variables *userid*, *post* (número de mensajes enviados), *time* (hora) y *rating* (puntuación), así como un campo de partición definido previamente.

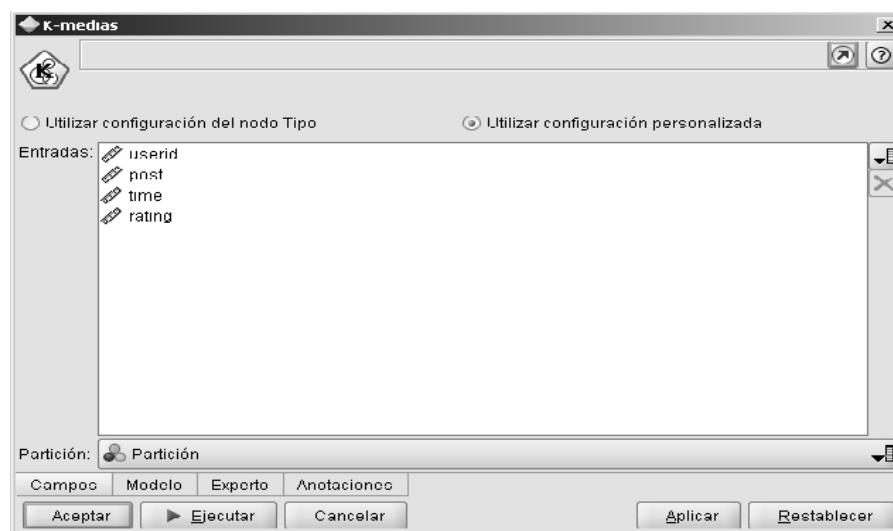


Imagen. Pestaña Campos del Modelo K-medias.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, elegimos utilizar los datos en particiones, 5 conglomerados y no generar campo de distancia ni mostrar proximidad de conglomerados.

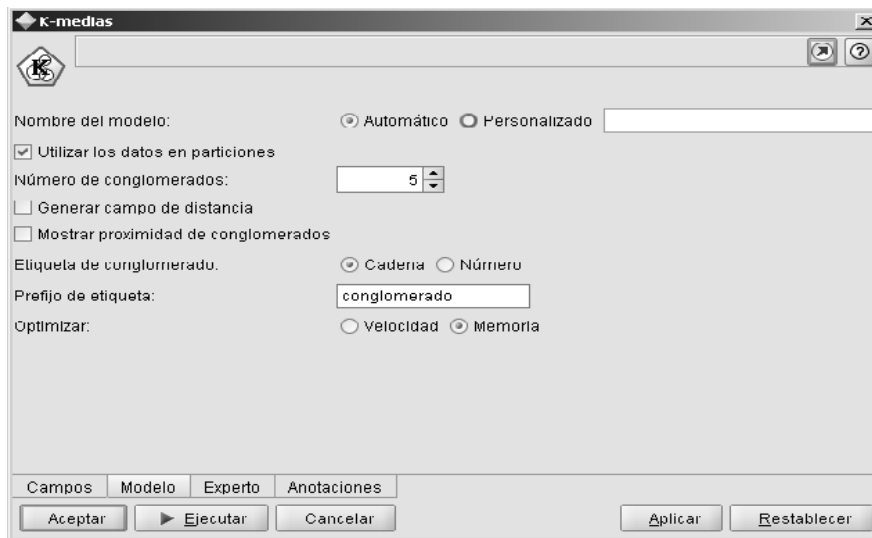


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo K-medias.

Por último, seleccionamos un modo simple y la detención por defecto de la confección del modelo, consistente en 20 iteraciones como número máximo, 0 % en cambio en la tolerancia y un valor codificado para conjuntos de 0,70711.

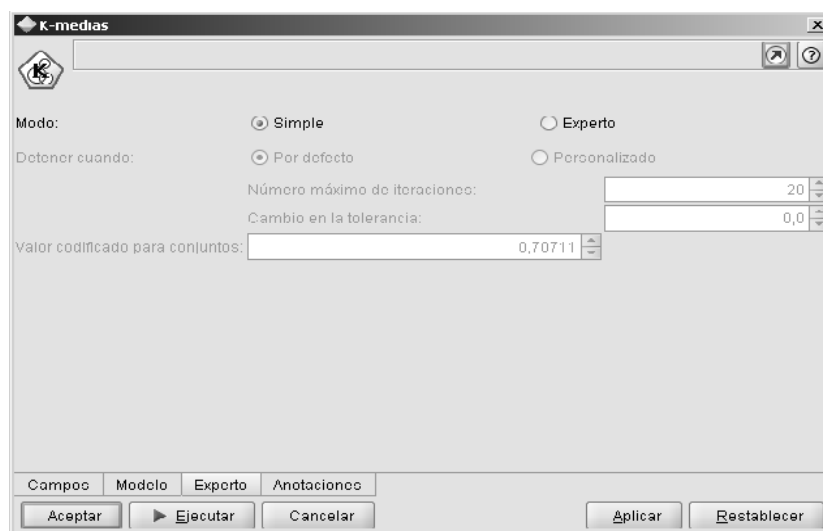


Imagen. Pestaña Experto del Modelo K-medias.

- CRT DE LAS VARIABLES USERID, POST, RATING

En el Árbol de decisión CRT, escogemos como campo objetivo, o sea, aquél que vamos a pronosticar su comportamiento en el futuro *rating* (puntuación de los envíos al foro), las variables de entrada *userid*, *post* y *time*, así como un campo de partición definido previamente. Aunque existe la posibilidad no elegimos la opción utilizar campo de frecuencia ni de ponderación.

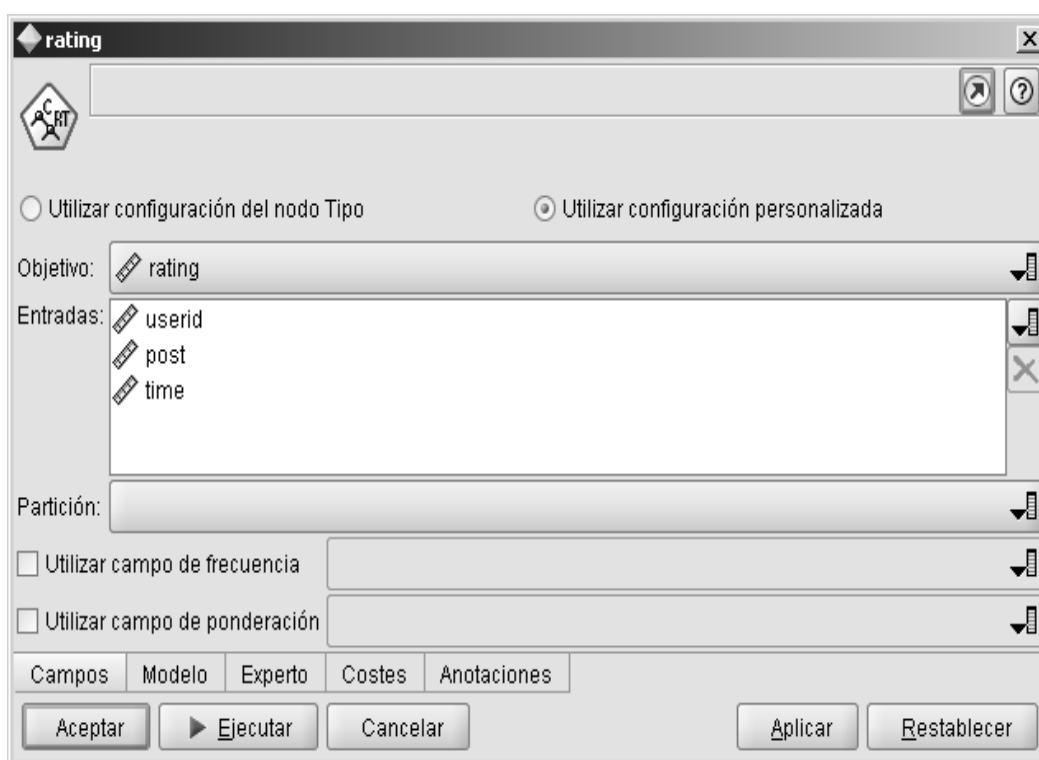


Imagen. Pestaña Campos del Modelo de Árbol de regresión y clasificación.

En segundo lugar, en la opción modelo, seleccionamos utilizar los datos en particiones y generar modelo con una máxima profundidad de árbol con 5 niveles por debajo del raíz.

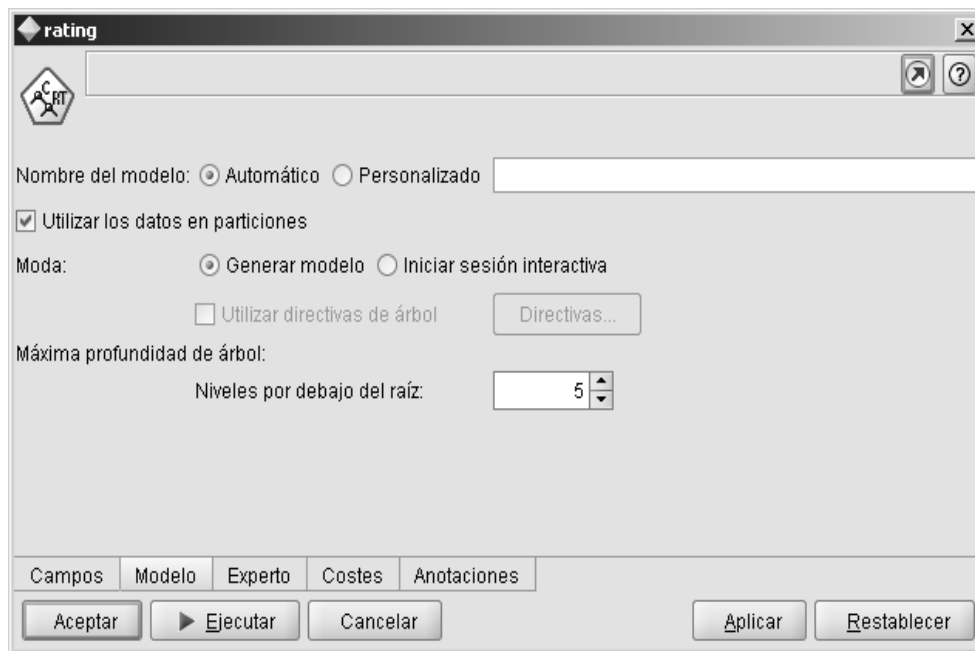


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo de Árbol de clasificación y regresión.

En tercer lugar, en la pestaña experto, elegimos el modo simple, con 5 como número máximo de sustitutos, cambio mínimo en la impureza de 0,00010000, medida de impureza para objetivos categóricos Gini, Podar árbol y emplear el multiplicador 1,0.



Imagen. Pestaña Experto del Modelo de Árbol de clasificación y regresión.

Por último, en la pestaña costes, no seleccionamos la opción utilizar costes de clasificación errónea.

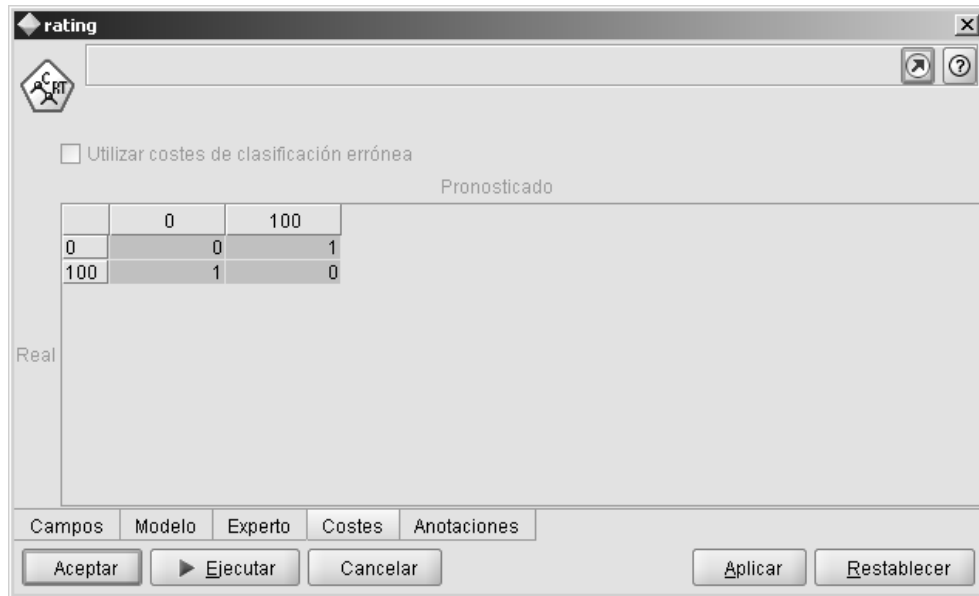


Imagen. Pestaña Costes del Modelo de Árbol de clasificación y regresión.

- CHAID DE LAS VARIABLES USERID, POST, RATING Y TIME

En el modelo CHAID, en la pestaña campos, escogemos como campo objetivo *rating*, como variables de entrada *userid*, *post* y *time* y un campo de partición previamente definido. No empleamos campo de frecuencia ni de ponderación.

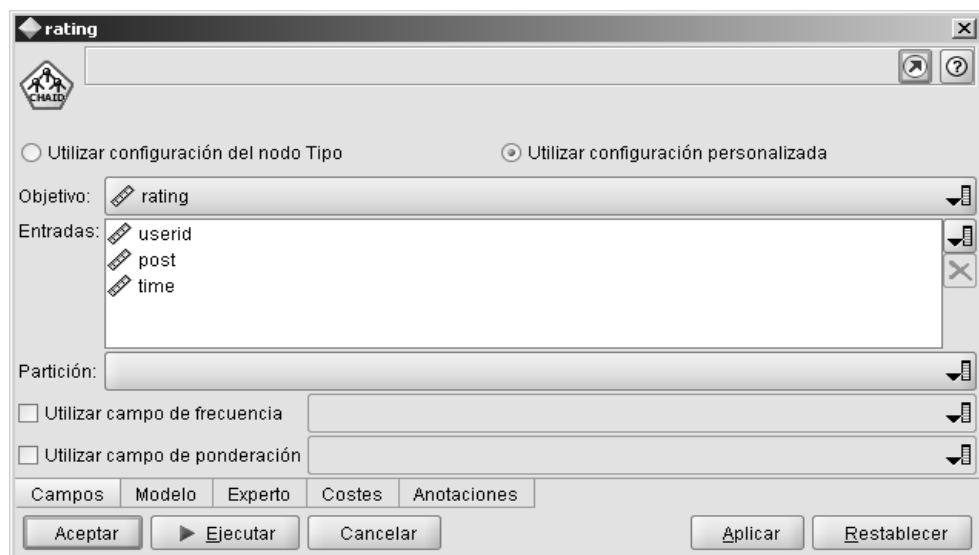


Imagen. Pestaña Campos del Modelo CHAID.



En segundo lugar, en la pestaña modelo, seleccionamos la opción utilizar los datos en particiones, el método CHAID y generar modelo con 5 niveles por debajo del raíz como profundidad máximo del árbol.

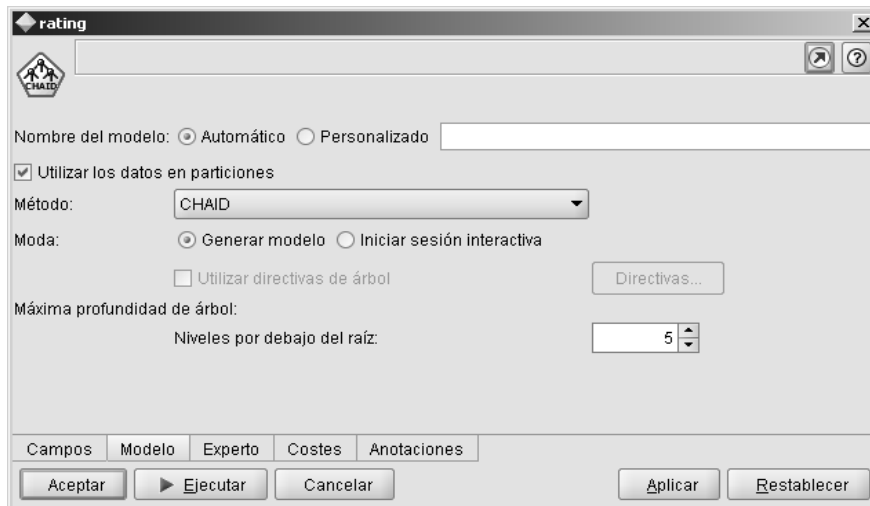


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo CHAID.

En la pestaña experto, seleccionamos el modo simple, con un alfa para la división de 0,05000000, un alfa para fusión de 0,05000000. En Chi-cuadrado para objetivos categóricos Pearson, un Épsilon para convergencia de 0,00100000, un número máximo de iteraciones para la convergencia de 100 y utilizar la corrección de Bonferroni.

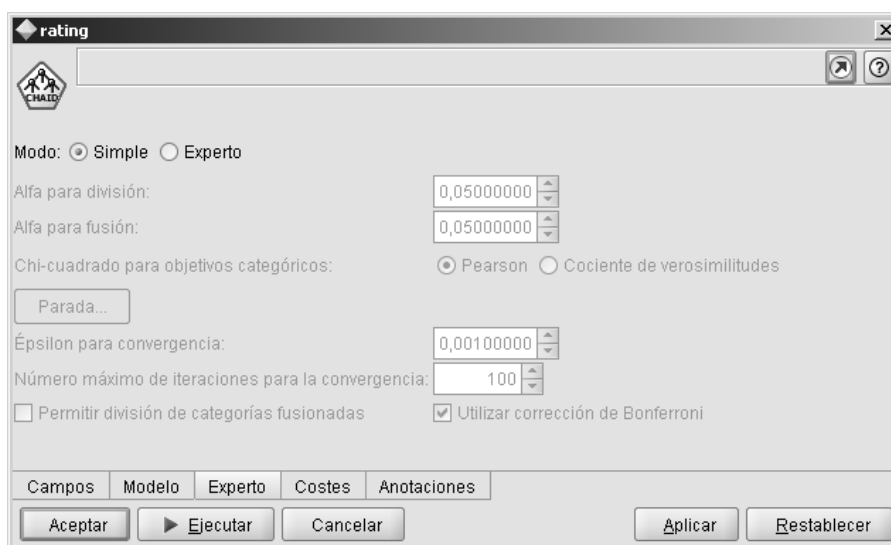


Imagen. Pestaña Experto del Modelo CHAID.

Por último, en la pestaña costes, no seleccionamos la opción utilizar costes de clasificación errónea.

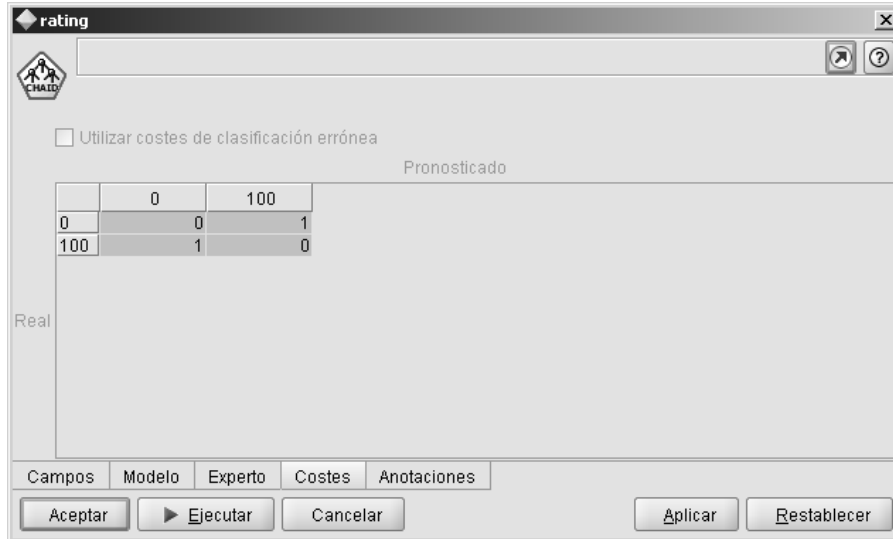


Imagen. Pestaña Costes del Modelo CHAID.

- RED NEURONAL DE LAS VARIABLES USERID, POST, RATING Y TIME

En primer lugar, en la pestaña campos, escogemos la variable *rating* como campo objetivo, *userid*, *post*, *time* como variables de entrada y un campo de partición previamente definido.

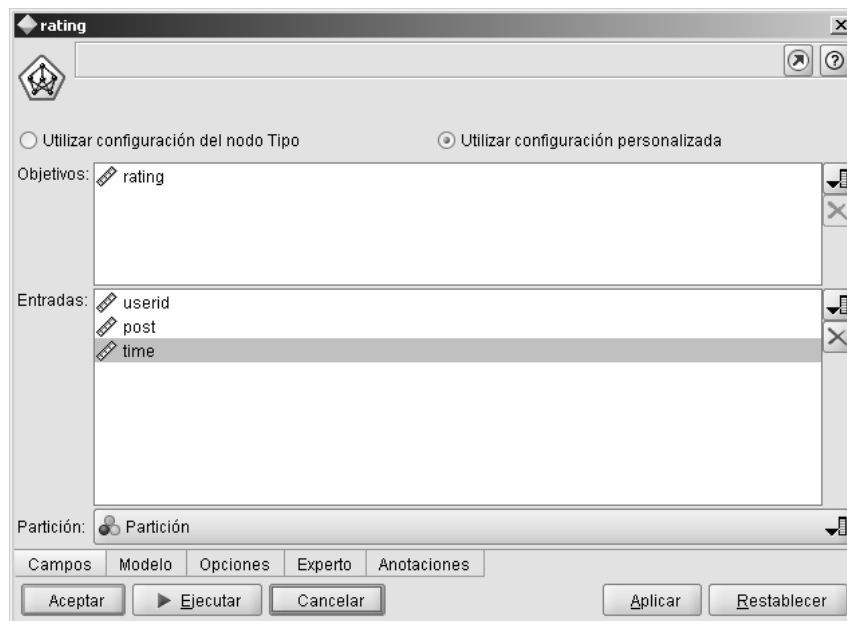


Imagen. Pestaña Campos del Modelo Red Neuronal.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, seleccionamos utilizar los datos en particiones, el método rápido, evitar sobreentrenamiento en el 50% de la muestra.

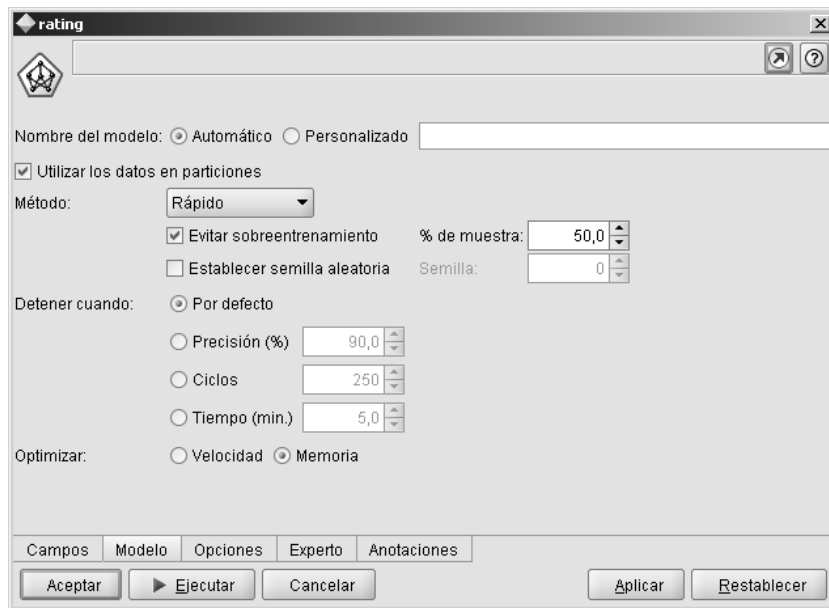


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo Red Neuronal.

En la pestaña opciones, escogemos mostrar gráfico de retroalimentación, utilizar la mejor red y hacer análisis de sensibilidad.

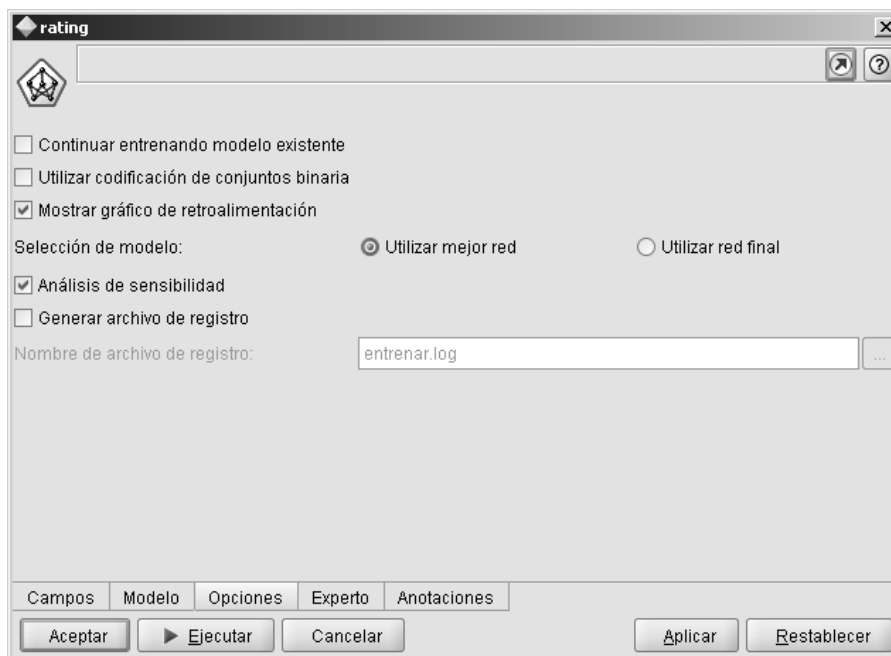


Imagen. Pestaña Opciones del Modelo Red Neuronal.

Por último, en la pestaña experto, elegimos el modo simple con una capa oculta, valor 20 en la capa 1, valor 15 en la capa 2 y 10 en la capa 3, con una persistencia de 200.

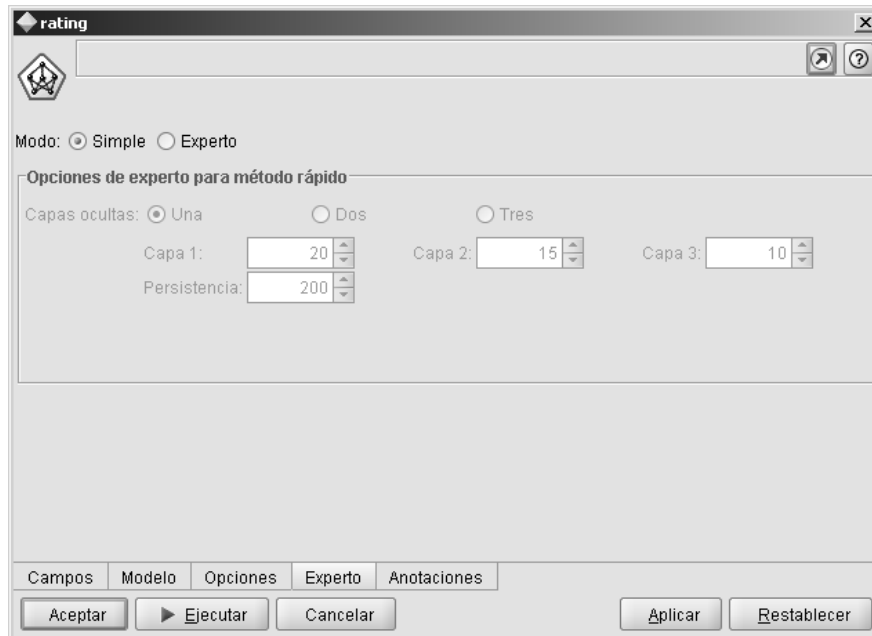


Imagen. Pestaña Experto del Modelo Red Neuronal.

### III. TABLAS DE LAS LECCIONES

- BIETÁPICO

En el Modelo Bietápico aplicamos, como datos de entrada las variables *useridquiz* (identificación de usuario del cuestionario), *uniqueid* (identificación de usuario general de la plataforma), *quiz* (número del cuestionario), *attemptquizat* (número de identificación de intento del cuestionario), *summagrades* (puntuación obtenida en el cuestionario), *timestart* (marca de tiempo del comienzo del cuestionario), *timefinish* (marca de tiempo de la finalización del cuestionario), así como un campo de partición definido previamente.

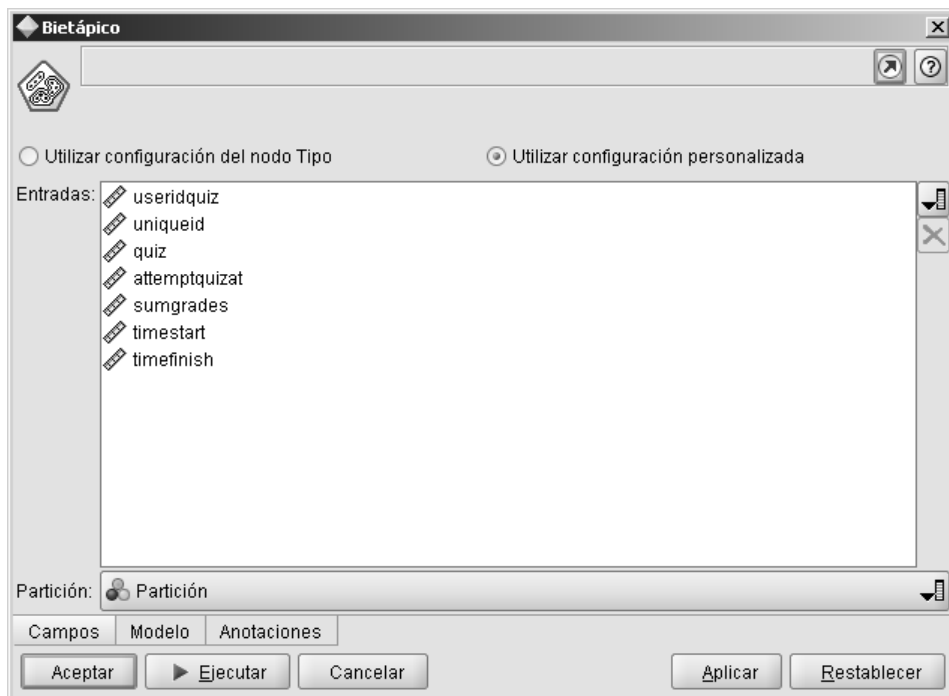


Imagen. Pestaña Campos del Modelo Bietápico.

En segundo lugar, en la pestaña modelo, optamos por utilizar los datos en particiones, estandarizar los campos numéricos y no excluir valores atípicos. El número de conglomerados se calcula de forma automática con valores entre 2 y 15.

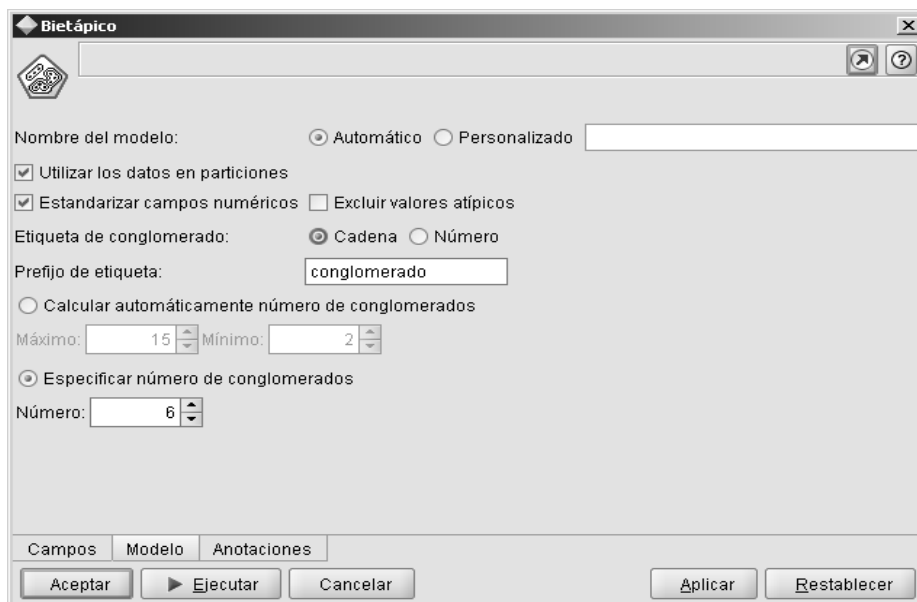


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo Bietápico.

- CRT

En el Árbol de decisión CRT, escogemos como campo objetivo, o sea, aquél que vamos a pronosticar su comportamiento en el futuro *sumgrades*, las variables de entrada *useridquiz*, *uniqueid*, *quiz*, *attemptquizat*, *timestart* y *timefinish*, así como un campo de partición definido previamente. Aunque existe la posibilidad no elegimos la opción utilizar campo de frecuencia ni de ponderación.

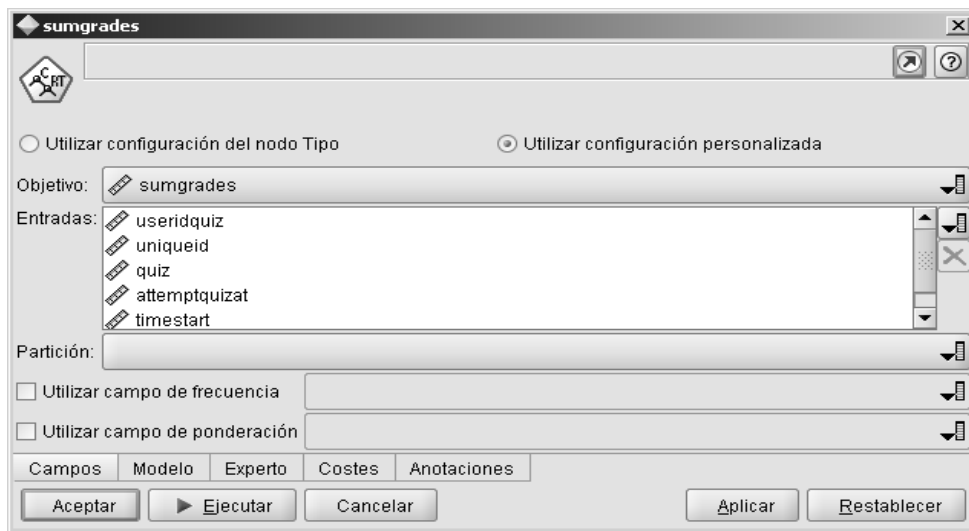


Imagen. Pestaña Campos del Modelo Árbol de clasificación y regresión.

En segundo lugar, en la opción modelo, seleccionamos utilizar los datos en particiones y generar modelo con una máxima profundidad de árbol con 5 niveles por debajo del raíz.

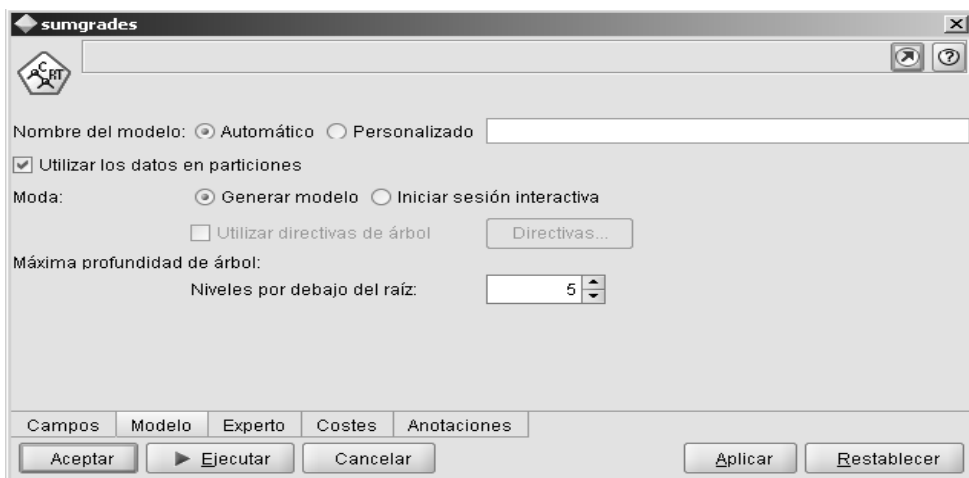


Imagen. Pestaña Modelo del Modelo Árbol de clasificación y regresión.

En tercer lugar, en la pestaña experto, elegimos el modo simple, con 5 como número máximo de sustitutos, cambio mínimo en la impureza de 0,00010000, medida de impureza para objetivos categóricos Gini, Podar árbol y emplear el multiplicador 1,0.

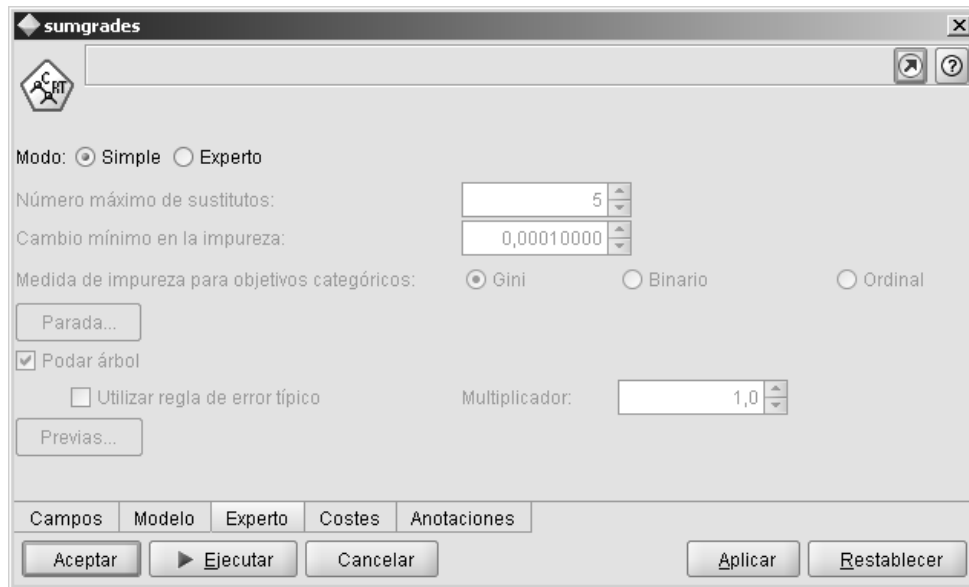


Imagen. Pestaña Experto del Modelo de clasificación y regresión.

Por último, en la pestaña costes no seleccionamos la opción utilizar costes de clasificación errónea.

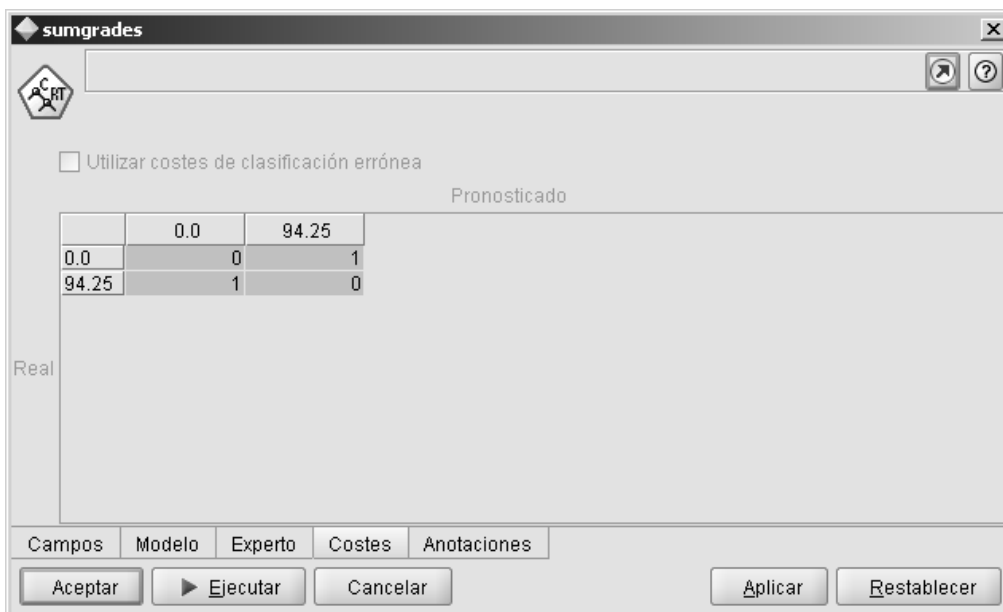


Imagen. Pestaña Costes del Modelo Árbol de clasificación y regresión.

Las distintas fases que constituyen la evaluación cuantitativa de los datos de la plataforma educativa-musical los reflejamos en la siguiente pirámide, en seis apartados:

Para finalizar destacamos que la siguiente guía ha sido confeccionado basándonos en cuatro programas informáticos para trabajar con datos educativos que son: SPSS, Clementine, Statistica y también contamos con una herramienta que tiene una amplia difusión en el mundo científico en tareas de minería de datos, se denomina *Weka* y es un proyecto colaborativo, en código abierto, desarrollado con los proyectos de fin de carrera de la Universidad de Waikato, en Nueva Zelanda. A continuación y de forma sintética, mostramos un gráfico con forma de pirámide que representa la metodología de trabajo que mostramos en esta guía integrada en el apartado de anexos de nuestro trabajo de investigación, acerca la minería de datos educativos musicales:

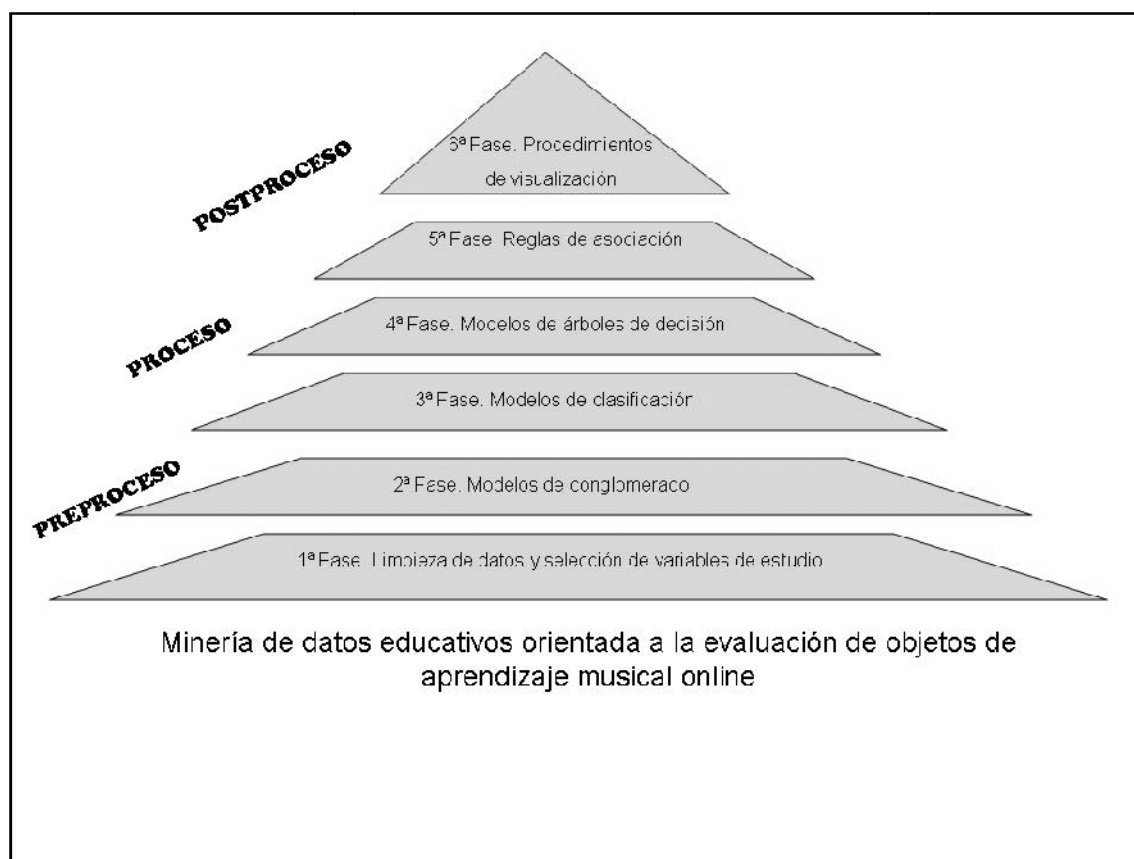


Figura. Fases que constituyen la aplicación de la minería de datos educativos orientada a la evaluación de objetos de aprendizaje musical online (registro de actividad en las plataformas, los foros, los chats y las lecciones).