

Prototipo de Sistema Experto “Barrodance”



Eduardo Mora González
3º de Computación

Agradecimientos:

“Quiero aprovechar la ocasión para agradecer el apoyo y colaboración por parte de mi profesora y amiga Ruth López y de mi hermano, el compositor Marcel Mora, por ayudarme a hacer posible este sistema.”

Contenido

1.	Introducción	4
2.	Descripción	4
2.1.	Alcance del sistema	4
3.	Estudio de viabilidad.....	4
3.1.	PLAUSIBILIDAD	4
3.2.	JUSTIFICACIÓN.....	5
3.3.	ADECUACIÓN.....	5
3.4.	ÉXITO	6
4.	Adquisición de Conocimiento.....	8
5.	Glosario de términos específicos en el sistema	12
6.	Mapa de Conocimiento	13
6.1.	Contextualización de la obra a analizar si pertenece o no al periodo Barroco, (la información empleada, en esta ocasión, es la obtenida durante la primera entrevista con el experto).....	13
6.2.	Análisis del tipo de danza. (Desarrollada a partir de los datos obtenidos durante la segunda entrevista)	14
7.	Razonamiento.....	14
8.	Evaluación.....	15
8.1.	Verificación del SBC.....	15
8.2.	Validación del SBC.	15
8.2.1.	<i>Casos históricos con solución conocida</i>	15
8.2.2.	Casos aleatorios.....	15
8.3.	Evaluación de Usabilidad y Utilidad.	15
8.3.1.	Usabilidad	16
8.3.2.	Utilidad	16
9.	Ejecución del sistema	16
10.	Conclusión.....	16

1. Introducción

Podemos decir que un sistema de ayuda a la decisión, es un sistema informático utilizado para servir de apoyo, más que automatizar, el proceso de toma de decisiones. Delimitando el término decisión, como la elección entre alternativas basadas en estimaciones de los posibles valores de esas alternativas. El apoyo a una decisión, significa pues, ayudar a las personas que trabajan solas o en grupo, a reunir inteligencia, generar alternativas y tomar decisiones

2. Descripción.

El sistema que voy a realizar es un sistema para el análisis de las danzas barrocas, mediante la cual, a través de una serie de preguntas, localizaremos si la obra está contextualizada dentro del periodo Barroco y el tipo de danza a la que se asocia.

2.1. Alcance del sistema

Este sistema abarca el periodo de tiempo comprendido entre los años 1600 y 1750, lo que es conocido como **Barroco**; Mediante la utilización de este programa, el usuario identificará si la obra estudiada, pertenece o no pertenece a ese periodo cultural y artístico. Además, el sistema reconocerá el tipo de danza que es, su nombre y sus características principales.

3. Estudio de viabilidad

Todo proyecto debe contar con el estudio de posibilidades. Es importante justificar la viabilidad que va a tener nuestro proyecto, ya que nos demostrará la fiabilidad del mismo.

Para realizar este estudio voy a basarme en el “**test de viabilidad**” propuesto y realizado por **Slagel**.

3.1. PLAUSIBILIDAD

CAT	ID	P	V	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
EX	P1	1 0	10	Existen expertos	E
EX	P2	1 0	10	El experto asignado es genuino. <i>El experto tiene conocimiento avanzados sobre el tema y material</i>	E

				<i>suficiente en caso de tener que consultar/justificar cualquier aspecto sobre la toma de decisión del sistema.</i>	
EX	P3	8	8	El experto es cooperativo. <i>El experto coopera bien y en todo momento, mostrando un gran interés en el asunto.</i>	D
EX	P4	7	6	El experto es capaz de articular sus métodos, pero no categoriza.	D
TA	P5	1 0	9	Existen suficientes casos de prueba; normales, típicos, ejemplares, correosos, etc. <i>Existen varios libros que hablan sobre el tema a tratar, además de una inmensa biblioteca digital donde se pueden conseguir partituras de todos los estilos y periodos</i>	E
TA	P6	1 0	9	La tarea está bien estructurada y se entiende.	D
TA	P7	1 0	9	Sólo requiere habilidad cognoscitiva (no pericia física).	D
TA	P8	9	9	No se precisan resultados óptimos sino sólo Satisfactorios, sin comprometer el proyecto.	D
TA	P9	9	6	La tarea no requiere sentido común.	D
DU	P10	7	6	Los directivos están verdaderamente comprometidos con el proyecto.	D

3.2. JUSTIFICACIÓN

CAT	ID	P	V	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
EX	J1	10	10	El experto NO está disponible. <i>Si está disponible en todo momento que se le requiere</i>	E
EX	J2	10	5	Hay escasez de experiencia humana.	D
TA	J3	8	8	Existe necesidad de experiencia simultánea en muchos lugares	D
TA	J4	10	10	Necesidad de experiencia en entornos hostiles, penosos y/o poco gratificantes.	E
TA	J5	8	6	No existen soluciones alternativas admisibles.	E
DU	J6	7	5	Se espera una alta tasa de recuperación de la inversión.	D
DU	J7	8	7	Resuelve una tarea útil y necesaria.	E

3.3. ADECUACIÓN

CAT	ID	P	V	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
EX	A1	5	2	La experiencia del experto está poco organizada.	D
TA	A2	6	6	Tiene valor práctico.	D
TA	A3	7	6	Es una tarea más táctica que estratégica.	D
TA	A4	7	7	La tarea da soluciones que sirvan a necesidades a largo plazo.	E

TA	A5	5	5	La tarea no es demasiado fácil, pero es de conocimiento intensivo, tanto propio del dominio, como de manipulación de la información.	D
TA	A6	6	6	Es de tamaño manejable, y/o es posible un enfoque gradual y/o, una descomposición en subtareas independientes.	D
EX	A7	7	7	La transferencia de experiencia entre humanos es factible (experto a aprendiz).	E
TA	A8	6	6	Estaba identificada como un problema en el área y los efectos de la introducción de un SE pueden planificarse.	D
TA	A9	9	7	No requiere respuestas en tiempo real "inmediato".	E
TA	A10	9	8	La tarea no requiere investigación básica	E
TA	A11	5	3	El experto usa básicamente razonamiento simbólico que implica factores subjetivos.	D
TA	A12	5	3	Es esencialmente de tipo heurístico.	D

3.4. ÉXITO

CAT	ID	P	V	DENOMINACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA	TIPO
EX	E1	8	8	No se sienten amenazados por el proyecto, son capaces de sentirse intelectualmente unidos al proyecto.	D
EX	E2	6	4	Tienen un brillante historial en la realización de esta tarea.	D
EX	E3	5	4	Hay acuerdos en lo que constituye una buena solución a la tarea.	D
EX	E4	5	4	La única justificación para dar un paso en la solución es la calidad de la solución final.	D
EX	E5	6	5	No hay un plazo de finalización estricto, ni ningún otro proyecto depende de esta tarea.	D
TA	E6	7	7	No está influenciada por vaivenes políticos.	E
TA	E7	8	6	Existen ya SS.EE. que resuelvan esa o parecidas tareas.	D
TA	E8	8	6	Hay cambios mínimos en los procedimientos habituales.	D
TA	E9	5	5	Las soluciones son explicables o interactivas.	D
TA	E10	7	7	La tarea es de I+D de carácter práctico, pero no ambas cosas simultáneamente.	E
DU	E11	6	5	Están mentalizados y tienen expectativas realistas tanto en el alcance como en las limitaciones.	D
DU	E12	7	7	No rechazan de plano esta tecnología.	E
DU	E13	6	6	El sistema interactúa inteligente y amistosamente con el usuario.	D
DU	E14	9	8	El sistema es capaz de explicar al usuario su razonamiento.	D
DU	E15	8	7	La inserción del sistema se efectúa sin traumas; es decir, apenas se interfiere en la rutina cotidiana de la empresa.	D

DU	E16	6	6	Están comprometidos durante toda la duración del proyecto, incluso después de su implantación.	D
DU	E17	8	8	Se efectúa una adecuada transferencia tecnológica.	E

Una vez que tenemos los valores agrupados y organizados en las distintas tablas, aplicaremos las siguientes fórmulas para así corroborar la viabilidad del sistema propuesto.

Para ello, se han utilizado las siguientes fórmulas de **Slagel**:

$$VC_1 = \prod_{i=1,2,5} (Vp_i // Vu_i) [(\prod_{i=1}^{10} Pp_i * Vp_i)^{1/10} = 71.72$$

$$VC_2 = \prod_{i=1,4,5,7} (Vj_i // Vu_i) [(\prod_{i=1}^7 Pj_i * Vj_i)^{1/7} = 62.70$$

$$VC_3 = \prod_{i=4,7,9,10} (Va_i // Vu_i) [(\prod_{i=1}^{12} Pa_i * Va_i)^{1/12} = 31.62$$

$$VC_4 = \prod_{i=6,10,12,17} (Ve_i // Vu_i) [(\prod_{i=1}^{17} Pe_i * Ve_i)^{1/17} = 39.62$$

$$VC = \frac{\sum_{i=1}^4 VC_i}{4}; si \prod_{i=1}^4 VC_i \neq 0$$

$$VC = 51.415$$

Teniendo en cuenta estos valores, voy a proceder a normalizarlos. Los pasos seguidos han sido: primero hemos calculado el valor obtenido en el mejor de los casos (todos los valores a 10):

$$VC_1 = \prod_{i=1,2,5} (Vp_i // Vu_i) [(\prod_{i=1}^{10} Pp_i * Vp_i)^{1/10} = 89.16$$

$$VC_2 = \prod_{i=1,4,5,7} (Vp_i // Vu_i) [(\prod_{i=1}^7 Pj_i * Vj_i)^{1/7} = 86.37$$

$$VC_3 = \prod_{i=4,7,9,10} (Va_i // Vu_i) \left[\left(\prod_{i=1}^{12} Pa_i * Va_i \right)^{1/12} \right] \cong 63$$

$$VC_4 = \prod_{i=6,10,12,17} (Ve_i // Vu_i) \left[\left(\prod_{i=1}^{17} Pe_i * Ve_i \right)^{1/17} \right] \cong 67$$

$$VC = \sum_{i=1}^4 VC_i / 4; \text{ si } \prod_{i=1}^4 VC_i \neq 0$$

$$VC = 76.38$$

Para normalizar hemos aplicado la regla de tres:

$$\begin{aligned} \text{Valor obtenido} &\rightarrow \text{Valor máximo posible} \\ \text{Valor Real } \%(x) &\rightarrow 100 \end{aligned}$$

$$x = \frac{51.415 \times 100}{76.38} = 67.31\%$$

Tras haber realizado todos los cálculos, observamos que el sistema es viable, por lo tanto, iniciamos el proceso de realización.

4. Adquisición de Conocimiento

Para adquirir el conocimiento, hemos llevado a cabo, dos entrevistas con expertos en música barroca. En cada una de las entrevistas, se han aclarado y concretado los siguientes apartados del proyecto:

I. PRIMERA ENTREVISTA (22-03-2018)

En esta primera entrevista, el experto ha expuesto las características principales del barroco, reseñando las características más importantes y destacadas de este periodo y estableciendo las principales diferencias existentes entre los distintos periodos artístico/culturales. Las respuestas dadas a las preguntas más significativas, durante esta primera toma de contacto, han sido las expuestas a continuación:

- **¿Qué periodo de tiempo abarca el denominado periodo del Barroco?** Dependiendo del lugar, pero podemos delimitar este periodo, desde 1600 hasta la muerte del compositor J.S. BACH en 1750, pero con matices dependiendo de la zona.

- **Si analizas una obra ¿Cómo conoces que ésta pertenece al periodo Barroco?** Para ello, llevamos a cabo un análisis de la obra y vemos si están reflejadas en ella las características del barroco. Podemos destacar:
 - ❖ El uso de bajo continuo o bajo cifrado.
 - ❖ El empleo de una armonía tonal, es decir, en paralelo.
 - ❖ Si su ritmo es uniforme y está bien marcado.
 - ❖ Si se da rienda a la improvisación analizando el tipo de escritura.
 - ❖ La práctica de diferentes tipos de ornamentación; esta característica depende de la corriente seguida.
 - ❖ Las voces externas están muy diferenciadas, es decir, el tiple y el bajo tiene mucha separación y el resto de las voces se utilizan como relleno.

- **¿Qué tipo de corrientes existen dentro del Barroco?** Si tenemos que hablar de corrientes musicales dentro del barroco, la más destacadas son las siguientes:
 - Francesa
 - Inglesa
 - Alemana
 - Española
 - Italiana

- **¿Qué tipos de obras, son las más significativas, dentro del barroco?** Durante este periodo, el tipo de obra dependía de la persona que encargaba la obra musical; si el músico era contratado por un noble, un obispo o no trabaja para nadie. En el caso de los nobles, el músico componía danzas para las fiestas y pequeños estudios para que aprendieran a tocar los miembros de la familia noble. Si el músico estaba bajo las órdenes de un obispo, o algún miembro de la Iglesia, a estos músicos se les conocía como los maestros de capilla, ya que su trabajo consistía en dirigir el coro y componer misas, por esta razón, el tipo de obra que se componían eran obras sacras. En el último

caso, cuando el músico no era pagado por nadie, se dedicaba a componer danzas más populares.

Tras la primera entrevista, he tenido que cambiar la descripción del sistema y el alcance, lo que queda recogido en el documento ya modificado.

II. SEGUNDA ENTREVISTA (6-04-2018)

En esta entrevista, hemos concretado el tema de las danzas del barroco y como se pueden diferenciar unas de otras. Para ello, el experto, ha enunciado los diferentes tipos de danzas barrocas existentes y las características de cada una de ellas, para poder establecer las diferencias entre una y otras.

El listado obtenido sobre las danzas y sus características principales es el siguiente:

✓ Bourrée

- A la hora de interpretar suele ser una obra bastante rápida.
- Se mide en 2, 3 o 4 tiempos.
- Suele usar siempre, el ritmo de dos corcheas sincopadas y una negra que, por la síncopa, cae en el tiempo fuerte. También suele ser común las sucesiones de corcheas.

✓ Gavotte

- El ritmo es binario.
- Si está dentro de una suite tiene dos partes, siendo su estructura la siguiente: A A' B B', ya que cada parte tiene su repetición.

✓ Rigaudon

- El ritmo es binario.
- Se divide en dos retornos fraseados, de cuatro en cuatro compases, empezando por la última nota del segundo tiempo.

✓ Sarabande

- El ritmo es ternario.
- El segundo y tercer tiempo van a menudo ligados.
- Tempo allegro y ligero.
- Similar a la Chaconne
- Textura homofónica

✓ **Chaconne**

- Bajo ostinato.
- El ritmo es ternario.
- Variación continua de las voces superiores.
- Típico el uso de acordes imitando una guitarra.

✓ **Courante**

- Danza lenta.
- Acentos cruzados. (negra-blanca-negra en un 3/2).
- El ritmo es ternario.

✓ **Gigue**

- Compas bajo subdivisión ternaria.
- Rápidas.
- Figuras trídicas.
- Frases se dividen en unidades de cuatro compases.
- Textura homofónica.

✓ **Loure**

- Textura contrapuntística.
- Uso de síncopas, hemolias y negras con puntillo.
- Compases de 3/4 o 6/4.

✓ **Musette**

- Compás de 2/4, 3/4 o 6/8.
- Tempo moderado.
- Carácter suave y sencillo.

✓ **Passacaille**

- Bajo ostinato.
- Movimiento muy animado y marcado.
- Movimiento común el ir de la tónica a la dominante.
- Cadencias muy marcadas.

✓ **Passepied**

- Tiempo binario.
- Frases de tres compases.
- Uso de síncopas.

Para reflejar los aspectos tratados en la segunda entrevista, se ha realizado una exposición estructurada de los distintos tipos de danzas existentes y las características principales de cada una de ellas.

5. Glosario de términos específicos en el sistema

El sistema al estar relacionado con la música necesita determinar algunos de los términos musicales utilizados. Conocer estos términos es necesario, para todas aquellas personas que deseen utilizar el sistema.

Los términos utilizados son, los que a continuación, se exponen:

- ✓ **Bajo Cifrado:** Consiste en un bajo sobre el que se escriben unos cifrados similares a los utilizados en el bajo continuo, sobre los que el alumno debía escribir típicamente 3 partes armónicas.
- ✓ **Bajo Continuo:** El compositor escribía la parte del bajo en un pentagrama. Para orientar en la realización de este acompañamiento, el compositor indicaba los cifrados necesarios en forma de números y otros símbolos sobre la línea del bajo.
- ✓ **Armonía Tonal:** normativa recogida en diversos tratados en cuanto a la manera de realizar enlaces armónicos.
- ✓ **Improvisación:** Improvisar es hablar música. Es inventar e interpretar música simultáneamente, expresándose musicalmente con el instrumento propio.
- ✓ **Ornamentación:** Conjunto de cosas que sirven para adornar.
- ✓ **Tiple:** registro vocal o instrumental más alto de la voz.
- ✓ **Sincopa:** Contradicción rítmica que consiste en desplazar el acento natural de un compás produciendo una nota en un tiempo débil de ese mismo compás o del anterior y prolongándola hasta un tiempo fuerte.
- ✓ **Ritmo Binario:** Divide el tempo en dos partes iguales acentuando la primera.
- ✓ **Ritmo Ternario:** Divide el tempo en tres partes iguales, acentuando la primera.
- ✓ **Tempo:** Velocidad con que se interpreta cada fragmento u obra.

- ✓ **Textura homofónica:** Tipo de textura donde dos o más voces se mueven simultáneamente desde el punto de vista armónico y cuya relación forma acordes.
- ✓ **Bajo ostinato:** Figura que se repite varias veces en una pieza musical, de forma consecutiva y durante varios compases, esta figura al repetirse genera un sentido de unidad y funciona sin importar el planteamiento armónico.
- ✓ **Hemolias:** imposición de un patrón rítmico o de articulación o articulación distinta al que implica la indicación de compás.
- ✓ **Cadencias:** serie de acordes o fórmula de melodía que suele coincidir con el fin de una sección en una obra.

Estas son las definiciones de los términos musicales más importantes, en el caso de que se necesite profundizar más en el desarrollo de esta terminología musical, se recomienda consultar el Vademécum Musical para completar y ampliar el estudio del tema.

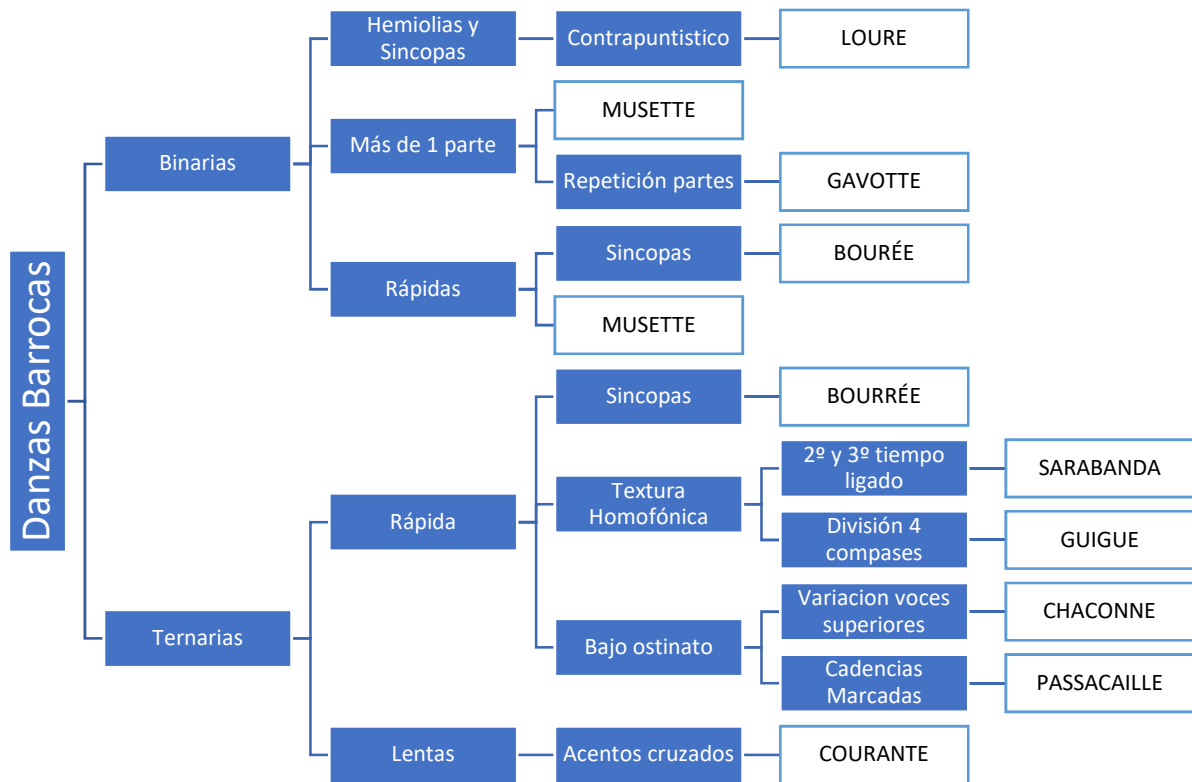
6. Mapa de Conocimiento

Para representar el conocimiento, se ha utilizado un mapa de conceptos, pues facilita el estudio y permite obtener diferentes conclusiones. Para ello, se ha dividido en dos partes:

- 6.1. Contextualización de la obra a analizar si pertenece o no al periodo Barroco, (la información empleada, en esta ocasión, es la obtenida durante la primera entrevista con el experto)



6.2. Análisis del tipo de danza. (Desarrollada a partir de los datos obtenidos durante la segunda entrevista)



7. Razonamiento

Para realizar el razonamiento mediante reglas, se ha utilizado la estructura basada en los mapas de conocimiento, es decir, primero se comprueba si la obra pertenece o no, al periodo barroco, y una vez verificado, comprobamos si el tipo de obra se corresponde con una danza.

Para hacer el razonamiento mediante reglas, vamos a utilizar el programa “CLIPS”, el cual, realiza el motor de inferencia con las reglas escritas.

Para comprobar las reglas, se podrá recurrir al archivo de reglas adjunto a este documento.

8. Evaluación

La evaluación del prototipo del sistema, la hemos llevado a cabo siguiendo los pasos que a continuación se exponen:

8.1. Verificación del SBC.

Como verificación, se recomienda que sea realizada por otra persona distinta a la persona que ha desarrollado el sistema, he pedido a un compañero que también está trabajando en el desarrollo de un sistema, que realice la verificación de mi sistema.

Una vez evaluado el sistema, el resultado obtenido ha corroborado, que el sistema está libre de redundancias y además es completo y consistente.

8.2. Validación del SBC.

Para la validación del sistema, he recurrido a documentarme por vía de otro experto sobre el tema, para complementar el trabajo realizado con anterioridad

El nuevo colaborador, que es compositor, ha validado el sistema aplicándolo a distintas obras:

8.2.1. *Casos históricos con solución conocida*

El experto ha puesto a prueba al sistema con las danzas agrupadas en la SUITE I de J.S. BACH para violoncello.

- **Resultado:** El sistema ha dado la solución 9 veces bien de las 10 veces que se ha probado.

8.2.2. Casos aleatorios

Para hacer los casos aleatorios, hemos cogido una danza al azar, sin conocer el tipo de danza que es y el experto se ha puesto a analizarla a mano y yo con el sistema.

- **Resultado:** los dos hemos llegado a la misma conclusión.

8.3. Evaluación de Usabilidad y Utilidad.

Tras la realización de las pruebas de validación y verificación, se va a evaluar la usabilidad y la utilidad del sistema.

8.3.1. Usabilidad

El sistema actualmente es un prototipo, que se ejecuta usando la terminal del CLIPS, por lo que impide la usabilidad a gente sin conocimientos previos de CLIPS, no obstante, se seguirá desarrollando el sistema hasta abarcar más ámbito de conocimiento y también se desarrollará una interfaz para que el usuario se sienta más cómodo usándolo.

8.3.2. Utilidad

El sistema está pensado para los estudiantes de música antigua, pero este sistema también puede ser usado para los analizadores de partituras, y para preparar las pruebas de acceso al conservatorio, ya que permite comprobar si los análisis y conclusiones obtenida tras el análisis de una obra, coincide con el resultado del sistema.

9. Ejecución del sistema

Para poner en funcionamiento el sistema, debemos seguir los siguientes pasos:

1. Abrir la terminal de CLIPS
2. Poner "(clear)" en la línea de comandos
3. Abrir el archivo Reglas.CLP
4. Escribir "(assert(Inicio))" en la línea de comandos
5. Escribir "(run)" en la línea de comandos.

10. Conclusión

Este proyecto me ha servido para comprender y aprender cómo hacer un sistema basado en el conocimiento, siguiendo todas sus etapas del ciclo de vida en espiral, ya que he ido viendo la evolución de la idea inicial al sistema actual.