

CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA EXPERTO BORROSO DE EMPRENDEDRES

M^a Belén Vaquerizo García

Area de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Departamento Ingeniería Civil
Escuela Universitaria Politécnica Superior. Universidad de Burgos
Avda. de Cantabria s/n. Burgos (España)
e-mail: belvagar@ubu.es

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo principal la construcción de un sistema experto borroso que permita realizar un análisis sobre la personalidad de un individuo, sus características psicológicas y sociológicas (necesidad de logros, liderazgo, orientación a través de la intuición más que por el sentido común, propensión a tomar riesgos, etc) con la finalidad de ayudar a definir su posible perfil emprendedor.

El desarrollo del modelo ha sido efectuado bajo la hipótesis de información vaga o incierta, dado que las opiniones emitidas por el usuario final del programa acerca de las variables relevantes para el modelo de decisión son más fácilmente evaluadas mediante valoraciones borrosas.

El producto software se perfila como una aplicación que trabaja sobre una base de datos y que presenta al usuario una interfaz gráfica que le permita acceder a la información de una forma rápida y fácilmente entendible. La aplicación cumple unos requisitos exigentes en cuanto a tiempos de respuesta, robustez, manejabilidad, fiabilidad y corrección.

Palabras claves: No hay

1. Introducción

Buscar una profesión que se adecue a las cualidades de la persona implica un conocimiento de sí mismo, ya que escoger una profesión basándose solamente en un pretendido conocimiento de sus cualidades e intereses puede ser tan erróneo como no tenerlos en cuenta.

Por otra parte, la diferencia entre vocación y profesión, permite conocer con más precisión en qué consisten las acciones que corresponden a la Orientación Profesional. Hablar de vocación es hablar de nosotros mismos, de nuestras inquietudes, gustos, objetivos y metas; es subjetivo e interno. Mientras que hablar de profesión es hacer referencia a algo externo, es lo que nos permitirá satisfacer nuestra vocación, es acción.

La vocación se elige mediante el conocimiento de uno mismo, es necesario conocer en qué medida se manifiestan los intereses vocacionales, las aptitudes, actitudes y valores. Para ello existen diversas pruebas o inventarios psicológicos que permiten evaluar estos aspectos y definir como es nuestra vocación.

Por su parte, para decidir sobre la profesión con la cual se va a satisfacer de mejor manera la vocación, es importante hacer una evaluación de elementos como áreas vocacionales, familia de profesiones, perfiles de carreras, características específicas de las universidades, recursos que ofrece, el prestigio con los que cuenta, condiciones familiares, etc.

El modelo desarrollado en el presente trabajo ha sido diseñado con carácter eminentemente práctico para dar respuesta a las necesidades individuales de los individuos. El programa al finalizar mostrará al usuario un “Asesoramiento” sobre la conveniencia o no de elegir un camino de “empreendedor”.

El desarrollo del presente trabajo pretende describir el proceso de realización de un Sistema Experto, que persigue la consecución, entre otros, de los siguientes objetivos:

- Que el individuo pueda evaluar sus capacidades iniciales como pronóstico de éxito en el área profesional de montar una Empresa.
- Ayuda al individuo a ver las diferencias entre vocación y profesión.
- Permitir al individuo un conocimiento de sí mismo, mediante la evaluación de comportamientos, aptitudes y actitudes diferenciadas. Por tanto, el individuo toma conciencia de que sus aptitudes, intereses y rasgos de personalidad le habilitan al perfil profesional que desea, ayudándole así a tomar una decisión acertada.

- Ofrecer una atención personalizada y una solución personal y diligente que permita orientar al individuo en términos de elección de una profesión, diseñando así una estrategia decisional.

En principio, la utilidad del modelo desarrollado se encuentra en la posible orientación para estudiantes de últimos cursos de cualquier Familia Profesional y Ciclos Formativos, estudiantes de últimos cursos de cualquier Carrera Universitaria de Enseñanzas Medias o Superiores, y en general, cualquier persona que desee conocer sus posibilidades de éxito como emprendedor.

El modelo se organiza por contenidos específicos en distintos módulos que permiten la evaluación de comportamientos, aptitudes y actitudes diferenciadas en cada uno de ellos. Se podría combinar cada módulo propuesto para la evaluación con alguna entrevista con profesionales de prestigio que permita el contraste con nuestra actuación y la correcta, y una reflexión conjunta con los observadores externos que permitan llegar a conclusiones prácticas respecto a la propia orientación.

Para ello, en los siguientes apartados se irán analizando las consideraciones a tener en cuenta a la hora de crear una Empresa y el sentido de la Lógica Borrosa y el Control Borroso, para con posterioridad describir el desarrollo del Sistema.

2. Creación de Empresas

En una realidad socio-económica, en la que el empleo por cuenta ajena es un bien escaso, o al menos no suficiente para todos, el autoempleo viene siendo una salida profesional. La creación del propio puesto de trabajo es una elección, quizá la más dura, y por ello la más satisfactoria a medio y largo plazo.

El cambio de la certeza del trabajo por cuenta ajena a la ambigüedad de oportunidades de posibles beneficios es uno de los más difíciles procesos mentales para un profesional. De hecho, este cambio mental es el que frena a la mayoría de los emprendedores y les hace fracasar en sus proyectos y, en muchos casos, tratar de volver al trabajo que tenían en el pasado. Pero las posibilidades de un proyecto propio, frente a las certezas del trabajo por cuenta ajena, son ilimitadas.

Por tanto, el autoempleo es una opción dentro de la incorporación al mercado laboral. La propia iniciativa empresarial requiere una serie de cualidades específicas; un buen emprendedor es aquella persona que arriesga, con capacidad para asumir responsabilidades y con visión de futuro. Todo emprendedor deberá conocer bien el sector en el que pretende desarrollar su actividad, así como todos los trámites necesarios para constituir su empresa, y para todo ello será imprescindible elaborar un completo Plan de

Empresa.

Se han llevado a cabo considerables esfuerzos a fin de entender las características psicológicas y sociológicas del espíritu emprendedor. Muchos estudios han notado algunas cualidades comunes en los emprendedores: ***necesidad de logros, liderazgo, orientación a través de la intuición más que por el sentido común y propensión a tomar riesgos***. Asimismo, algunos agregan algunas características que se repiten en muchos emprendedores, pero que **no son universales**, tales como *ser miembros de grupos minoritarios y haber experimentado experiencias económicas en la adolescencia temprana*.

Además, investigaciones sobre las vidas de emprendedores han demostrado muchas veces que el espíritu emprendedor decrece luego del éxito, hecho que tiende a refutar la centralidad del carácter y la personalidad como base suficiente para definir a un emprendedor.

Para ello la información, orientación, asesoramiento y documentación previa a dar cualquier paso hacia la creación de una empresa es básico, ya que un paso en falso o una equivocación inicial pueden abocar al fracaso absoluto. En este sentido, el objetivo principal del sistema experto que se pretende construir es asesorar al individuo sobre su conveniencia o no de montar su propia empresa.

Hay una característica común a todos los empresarios: todos ellos son personas que deben asumir riesgos. El riesgo está detrás de todas las decisiones que afectan al negocio debido a la incertidumbre que caracteriza al entorno (posibilidad de caída en las ventas, de aumento en los costes, de fallo en los proveedores, etc.). Por tanto, hay una relación rentabilidad-riesgo que siempre será consustancial a la empresa.

Con respecto a las cualidades del empresario, no se encuentra una teoría aceptada ni comúnmente compartida, si bien se pueden simplificar, estableciendo un perfil más o menos clarificador: alta motivación de logro, control interno, conocimiento y aptitud derivados de la experiencia, posesión de un cierto capital y convencimiento de crear una empresa.

Un empresario debe identificar una necesidad, reunir los recursos necesarios y emprender las acciones que puedan satisfacer aquella necesidad.

Se fijan primero una serie de grandes objetivos, que implican consecuentemente la fijación de una línea de acción general: la estrategia. Desde esta línea de acción parten otras vías concretas cuyo fin es la consecución de aquélla. Estas vías requieren la existencia de una organización que las haga posibles, es decir, una serie de recursos naturales y humanos que garanticen su éxito.

Partiendo ya de una idea seria de crear una empresa, se debe estudiar el mercado al que se quiere acceder y la viabilidad del proyecto en concreto, y en función de estos resultados, el futuro empresario deberá sopesar si el negocio le resulta satisfactorio y, por tanto, si tras la idea inicial le merece la pena seguir adelante.

2.1. Características del Emprendedor

El emprendedor es una persona que percibe la oportunidad que ofrece el mercado y ha tenido la motivación, el impulso y la habilidad de movilizar recursos a fin de ir al encuentro de dicha oportunidad.

El conjunto de capacidades de la mentalidad emprendedora, las cuales pueden ser desarrolladas y refinadas por los emprendedores, sin ánimo de ser exhaustivo se pueden recoger en las siguientes:

- En relación al entorno: realismo en la comprensión de situaciones, adaptabilidad al mismo y saber tomar riesgos calculados y saber compartir el riesgo.
- En relación a la decisión y al riesgo: compromiso total, determinación y perseverancia, capacidad de fijarse sus propias metas, orientación al objetivo y voluntad de conseguir y crecer, persistencia en la solución de problemas, autonomía e independencia, iniciativa y responsabilidad personal, confianza en sus propias capacidades, capacidad de buscar consejo y realimentación, decisión, urgencia, paciencia, capacidad de decisión, intuición y anticipación, conciencia de sus limitaciones y sentido del humor y ver oportunidades donde otro ve problemas.
- En relación a la capacidad de trabajo y ética: capacidad de tolerar la ambigüedad, la tensión y la incertidumbre, madurez emocional, poca necesidad de status y poder, sentido ético, integridad y fiabilidad, capacidad de trabajo.
- En relación con el oficio de empresario, empresa, organización y gestión de las personas: visión a largo plazo, capacidad de superar los fallos y aprender de ellos, capacidad de crear equipos, organizar, coordinar, delegar y mandar, orientación al beneficio económico, habilidad innovadora y creativa e imaginación, liderazgo y comunicabilidad, capacidad de persuasión, actuar de manera planificada.

3. Conocimiento sobre la Lógica Borrosa

La noción más básica de sistemas borrosos es un (sub)conjunto borroso. Un "conjunto tajante", es un conjunto para el cual un elemento o es o no es miembro. Por ejemplo, el número 2 es miembro del conjunto de los números pares, el número 3 no es miembro de este conjunto. El valor de verdad de estos conjuntos tajantes puede expresarse

en cualquiera de dos extremos: CIERTO (o 1), si el elemento es miembro, o FALSO (o 0) si no lo es.

En contraste, un conjunto difuso o borroso, permite que un elemento tenga un "valor del grado de verdad" para un rango comprendido entre 1.0 (más alto grado de membresía) hasta 0.00 (ninguna membresía).

Las funciones de membresía son diferentes. El área de la membresía no representa su inclusión o exclusión, sino que el grado en que el valor es incluido. Esto es denominado grado de membresía.

Gráficamente las funciones de membresía se representan por un trapecioide (análogo a una señal analógica), a diferencia del rectángulo que define los conjuntos tajantes (análogos a una señal digital). El trapecioide se construye definiendo cuatro puntos dentro del conjunto difuso.

Partimos de un conjunto de valores que llamamos el universo de discurso. A continuación, definimos subconjuntos sobre ese conjunto

Mostramos cada conjunto por su función característica, es decir esta función asigna un número 1 o 0 cada elemento, dependiendo de si el elemento está en el conjunto o no. Entonces, codificamos todos los elementos del Universo de Discurso con 0 o 1. Una manera de generalizar este concepto está en permitir más valores entre 0 y 1. De hecho se permiten infinitas alternativas entre 0 y 1, denominando el intervalo de unidad: $[0, 1]$. El resto de valores significan una pertenencia gradual al conjunto.

Los sistemas difusos tienen una capacidad de "razonamiento" muy similar a la humana, ha adquirido recientemente una gran difusión especialmente en áreas de control y toma de decisiones, ya que existen problemas que no pueden definirse fácilmente por modelos matemáticos prácticos. La lógica borrosa se inició en 1965 por Lotfi A. Zadeh, profesor de ciencia de computadoras en la Universidad de California en Berkeley.

En el diseño de los sistemas de lógica difusa generalmente trabajan juntos tres componentes: un fuzzificador, una base de reglas y el defuzzificador.

El componente de fuzzificador es el mecanismo de conversión de una entrada a valores difusos mediante la definición de conjuntos difusos y sus funciones de membresía. A este procedimiento se le denomina **fuzzificación**.

En segundo término se pretende evaluar las sentencias en las reglas lógicas, lo que permite considerar que para una determinada entrada pueden lograrse distintos grados de membresía, ya que las reglas lógicas en un sistema de lógica difusa tienen un cierto "grado de verdad" o grado de influencia sobre el resultado de la salida final. Este grado de verdad

depende del grado de membresía de sus variables de entrada y de salida. Cuanto más alto sea su grado de verdad, en mayor grado la regla es cierta

Para el caso de reglas compuestas en las que se emplea el operador Y, el grado de verdad de la regla se determina al tomar de los dos términos del antecedente aquél que tiene el menor grado de membresía.

Como frecuentemente los valores de las funciones de entrada, caen en más de una función de membresía, es posible obtener reglas aparentemente contradictorias. Cuando el valor proporcionado como entrada cae en dos funciones de membresía diferentes, se dispararán ambas reglas.

Por último, el defuzzificador es el mecanismo empleado para convertir los valores difusos de la salida a un valor tajante utilizable por la aplicación.

Aún cuando el proceso de evaluación de reglas asigna grados de verdad a cada acción específica, se requiere otra etapa más o "defuzzificación", por dos razones: en primer lugar, para descifrar el significado de acciones "vagas", empleando funciones de membresía y, en segundo lugar, el proceso de defuzzificación emplea técnicas para resolver posibles conflictos y vaguedad resultantes durante la evaluación de las reglas.

La técnica utilizada es el "método del centro de gravedad", éste consiste en varios pasos. Inicialmente, se calcula el centroide (centro de gravedad), para cada función de membresía; entonces, las funciones de membresía se limitan en su altura dependiendo del grado de verdad de la regla aplicada, y se evalúan las áreas trapezoidales de las funciones de membresía. Finalmente, se obtiene la salida defuzzificada mediante el cálculo de un promedio ponderado de los puntos correspondientes a los centros de gravedad y las áreas calculadas, siendo estas últimas los factores de peso o ponderación.

4. Control Borroso

Los controladores borrosos son las aplicaciones más importantes de la teoría borrosa, los cuales trabajan de una forma diferente a los controladores convencionales, ya que el conocimiento experto se usa, en vez de ecuaciones diferenciales, para describir un sistema. Este conocimiento puede expresarse de una manera muy natural, empleando las variables lingüísticas que son descritas mediante conjuntos borrosos.

En este sentido, una variable lingüística es un quintuple $(X, T(X), U, G, M)$, donde X es el nombre de la variable, $T(X)$ es el término conjunto (es decir, el conjunto de nombres de valores lingüísticos de X), U es el universo de discurso, G es la gramática para generar los nombres y M es un conjunto de reglas semánticas para asociar cada X con su significado.

El empleo del control borroso es recomendable: Para procesos muy complejos, cuando no hay un modelo matemático simple, para procesos altamente no lineales, si el procesamiento del (lingüísticamente formulado) conocimiento experto puede ser desempeñado.

El empleo del control borroso no es recomendable si: El control convencional teóricamente rinde un resultado satisfactorio, existe un modelo matemático fácilmente soluble y adecuado, el problema no es soluble.

5. Desarrollo del Sistema

En el desarrollo de la aplicación, se parte de la definición de las variables a considerar, que estarán agrupadas en Variables de Entrada, Variables Intermedias y Variables de Salida. La Figura 1 muestra un diagrama que representa el desarrollo del modelo de forma genérica.

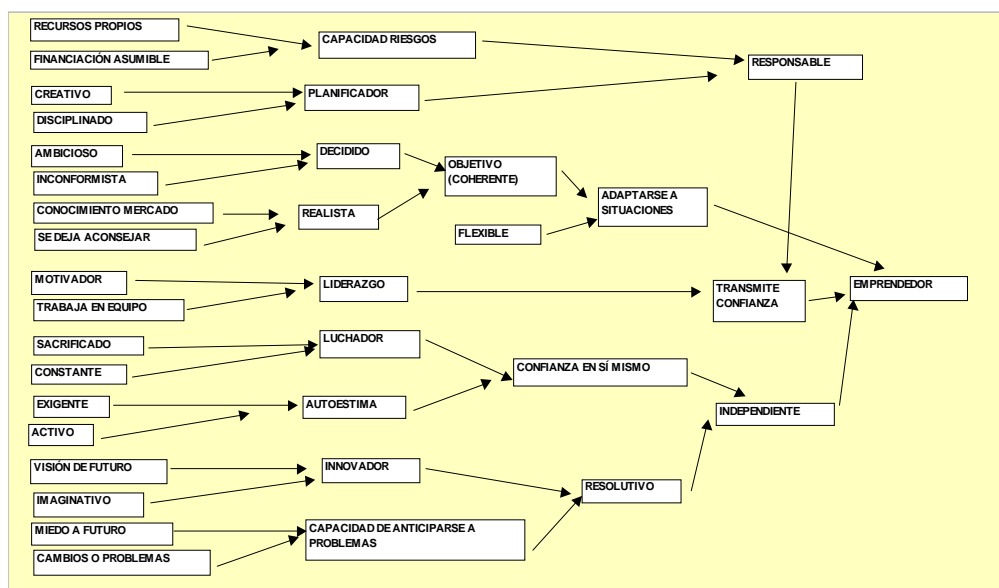


Figura 1

En cuanto a las variables de entrada, en el modelo desarrollado se han considerado las siguientes:

- **Recursos Propios**
- **Financiación Asumible**

- **Creativo:** ¿Suele tener ideas propias?, ¿Y piensa en cómo podría llevarlas a cabo?, ¿Suele pensar en otra forma de hacer las cosas?. ¿Le atraen actividades como pintura, escultura?
- **Disciplinado:** ¿Le gusta tener claros los pasos al hacer frente a un problema?, ¿Es ordenado?, ¿Le gusta cumplir lo prometido?, ¿Maneja bien su tiempo?, Ha de mostrar que actúa de manera planificada., Si maneja bien los tiempos, define su objetivo y define de forma clara los pasos a seguir para alcanzar el objetivo.
- **Ambicioso:** ¿Tiene OBJETIVOS que van más allá de sus posibilidades?, ¿Lucharía por tener un mayor nivel económico?, ¿Y por tener un mayor poder?, ¿Piensa en mejorar su situación a todos los niveles?, Si muestra una orientación al beneficio económico.
- **Inconformista:** ¿Le gusta que le guíen en su trabajo?, ¿Protesta ante situaciones injustas?, ¿Hace suyos los problemas de trabajo?, ¿Le gusta que el trabajo salga delante de la mejor forma posible?.
- **Conocimiento del Mercado:** Ante una nueva oportunidad de negocio: ¿conoce el mercado y sus necesidades?, ¿sabe cuales son sus ventajas competitivas?, ¿sabe cuales son sus puntos débiles?.
- **Se Deja Aconsejar:** ¿Piensa que hay personas que le pueden aconsejar?, ¿Le gusta oír la opinión de cualquiera?, ¿Valora igual las opiniones de todo el mundo?, ¿Le gusta escuchar experiencias de otros que le puedan ayudar?, Muestra capacidad de buscar consejo y realimentación.
- **Flexible:** ¿Si planifica algo, lo sigue hasta el final?, ¿Admite equivocaciones y trata de corregirlas?, ¿Sabe adaptarse a situaciones cambiantes?, ¿Sabe ver distintas soluciones a problemas y valorar cada una?.
- **Motivador:** ¿Sabe contagiar sus objetivos?, ¿Habla con los demás o le gusta imponer sus ideas?, ¿Es animoso de cara a los demás?, ¿Ve la botella "medio llena" o "medio vacía"?, Ve oportunidades donde otro ve problemas.
- **Trabaja En Equipo:** ¿Le gusta compartir responsabilidades?, ¿Le gusta planificar el trabajo en grupo?, ¿Sabe aprovechar los puntos fuertes de sus compañeros?, ¿Sabe cuales son sus puntos fuertes?.
- **Sacrificado:** ¿No le importa hacer esfuerzos para conseguir sus objetivos?, ¿Admitiría horarios no fijos y amplios?.

- **Constante:** Si es capaz de fijarse sus propias metas, si muestra un compromiso total, determinación y perseverancia, si no abandona el trabajo ante las primeras dificultades, si es responsable, ordenado, calculador, planificador, etc.
- **Exigente:** Si muestra claramente una orientación hacia el objetivo y una voluntad de conseguir y crecer, si muestra persistencia en la solución de problemas, si muestra una capacidad de fijarse sus propias metas, si es ambicioso, en cuanto a objetivos, poder, patrimonio personal, si piensa que puede obtener mayor rendimiento a su trabajo.
- **Activo:** Si muestra capacidad de crear equipos, organizar, coordinar, delegar y mandar.
- **Visión De Futuro:** Si muestra intuición y anticipación, si ve oportunidades donde otro ve problemas, si es capaz de tener una visión a largo plazo, si tiene un plan ordenado, organizado, y lo sigue, y es a la vez flexible (admite correcciones), si tiene capacidad de planear, planificar proyectos, si sabe fijar metas y luchar por alcanzarlas, si tiene y muestra experiencia (dónde ha trabajado: privado/público/no ha trabajado, qué cargos ha desempeñado: directivo/intermediario/operario).
- **Imaginativo:** Si muestra una habilidad innovadora y creativa e imaginación, si es libre, creativo, frente a políticas, procedimientos y estructuras.
- **Miedo a lo que pueda ocurrir:** Miedo a futuro, no le importa el riesgo pero controlado (riesgo limitado).
- **Afronta Problemas:** Miedo a cambios o problemas, debe mostrar una persistencia en la solución de problemas, ha de mostrar un compromiso total, determinación y perseverancia, si muestra capacidad de superar los fallos y aprender de ellos, si es capaz de aguantar los comienzos (al principio no hay beneficios), si tiene formación (práctica/teórica) para llevar la Empresa, si muestra capacidad para tomar decisiones (has de ser consciente de que habrás de tomarlas, habrán de ser razonadas y en un tiempo razonable, por tanto ha de tener una rápida capacidad de respuesta).
- **Recursos Propios:** Presenta autonomía e independencia, busca independencia económica, presenta confianza en sus propias cualidades, muestra iniciativa y responsabilidad personal, si muestra intención de ser mi propio jefe (no le gusta estar empleado), si tiene recursos económicos para empezar (ahorro, subvenciones, etc.), si es capaz de asumir responsabilidades.

Por su parte, las variables intermedias incorporadas al modelo desarrollado han sido las siguientes:

- **Capacidad de Riesgos:** Basada en la combinación de las variables: “Recursos propios” y “Financiación Asumible”. Ha de mostrar realismo en la comprensión de situaciones, adaptabilidad, conocimientos para tomar riesgos calculados y saber compartir el riesgo.
- **Planificador:** Basada en la combinación de las variables: “Creativo” y “Disciplinado”. Su objetivo es analizar si el individuo actúa de manera planificada.
- **Decidido:** Basada en la combinación de las variables: “Ambicioso” e “Inconformista”. Esta variable permite mostrar una evaluación de la capacidad de decisión.
- **Realista:** Basada en la combinación de las variables “Conocimiento Mercado” y “Se Deja Aconsejar”. Permite mostrar conciencia de sus limitaciones y sentido del humor.
- **Liderazgo:** Basada en la combinación de las variables “Motivador” y “Trabaja En Equipo”. Esta variable trata de analizar si la persona muestra capacidad de persuasión, capacidad de liderazgo y comunicabilidad.
- **Luchador:** Basada en la combinación de las variables “Sacrificado” y “Constante”. Su objetivo es mostrar un compromiso total, determinación y perseverancia, debe asimismo mostrar una orientación hacia el objetivo y voluntad de conseguir y crecer y mostrar la capacidad de trabajo.
- **Autoestima:** Basada en la combinación de las variables “Exigente” y “Activo”. Con esta variable se pretende analizar la confianza en sus propias capacidades.
- **Innovador:** Basada en la combinación de las variables “Visión de Futuro” e “Imaginativo”. Debe mostrar intuición y anticipación, habilidad innovadora y creativa e imaginación.
- **Capacidad de anticiparse a los problemas:** Basada en la combinación de las variables: “Miedo a Futuro” y “Miedo a Cambios o Problemas”.
- **Responsable:** Basada en la combinación de las variables “Capacidad de Asumir Riesgos” y “Planificador”.
- **Objetivo (Coherente):** Basada en la combinación de las variables “Decidido” y “Realista”.

- **Confianza en sí mismo:** Basada en la combinación de las variables “Luchador” y “Autoestima”.
- **Resolutivo:** Basada en la combinación de las variables “Innovador” y “Capacidad de anticiparse a los problemas”. Debe mostrar una capacidad de tolerar la ambigüedad, la tensión y la incertidumbre.
- **Adaptarse a Situaciones:** Basada en la combinación de las variables “Objetivo (Coherente)” y “Flexible”. Si muestra una capacidad de tolerar la ambigüedad, la tensión y la incertidumbre, si muestra una capacidad de superar los fallos y aprender de ellos.
- **Transmite Confianza:** Basada en la combinación de las variables “Responsable” y “Liderazgo”.
- **Independiente:** Basada en la combinación de las variables “Confianza en sí mismo” y “Resolutivo”.

Finalmente, la variable de salida incorporada al modelo desarrollado ha sido:

- **Emprendedor:** Basada en la combinación de las variables: “Adaptarse a Situaciones”, “Transmite Confianza” e “Independiente”.

A continuación, se definen una serie de tablas, con los datos necesarios y se implementa el proceso de carga de datos sobre ellas, para con posterioridad, definir las reglas de producción, implementadas a través de consultas, facilitando el manejo al usuario final, a quien no se le requieren conocimientos informáticos para el manejo y posterior mantenimiento de esta aplicación.

Este proceso se hará mediante la ejecución de una consulta que hará todos los cruces o combinaciones de los valores de las variables que intervienen para obtener la variable intermedia (o final), y el usuario (experto) para cada una de esas combinaciones podrá determinar cuál es el valor resultante.

El paso siguiente consiste en la fuzzificación de las variables. Una vez que se conocen las variables a utilizar y las relaciones existentes entre las mismas, el siguiente paso a seguir es determinar el dominio de cada uno de los números borrosos representativos de las diferentes etiquetas lingüísticas en las que se divide el universo de discurso de cada variable.

Una vez establecidas las definiciones de cada una de las etiquetas lingüísticas en las que se dividen las variables borrosas (tanto de entrada como de salida), y conocidas las relaciones entre las mismas, el siguiente paso es el establecimiento de reglas borrosas del tipo “SI ... ENTONCES ...”, de esta forma se halla el grado de pertenencia de cada

variable intermedia al dominio fijado, y el grado de verdad de la regla se determinará por el grado de verdad de cada uno de los antecedentes relacionados a través de una T-norma, siempre utilizaremos como T-norma, el producto entre las variables.

Cuando existan diferentes reglas con el mismo consecuente, para determinar el grado de pertenencia total a cada uno de los subconjuntos de la variable intermedia, se ha optado por la propuesta de Sugeno, pues mantiene la unicidad en el grado de pertenencia total a los diferentes subconjuntos borrosos de una variable.

Este mismo método será de aplicación a la variable de salida (hay diferentes reglas que dan lugar al mismo consecuente, y entonces el grado de pertenencia total de cada consecuente se determina a partir de la regla de Sugeno, es decir, como la suma de los grados de pertenencia parciales a cada una de las reglas que lo definen).

Una vez que se ha obtenido el grado de pertenencia borroso de cada variable a cada subconjunto borroso de la variable final, se procederá a la defuzzificación, utilizando para ello el método del centroide o centro de gravedad, que en el caso de trabajar con distintos subconjuntos borrosos de tipo trapezoidal, se traduce en:

$$\text{Centroide} = (\Sigma[a_1 + a_2 * (1 + \mu_A(y)) + a_3 * (1 + \mu_A(y)) + a_4]i) / (\Sigma[1 + (1 + \mu_A(y)) + 1 + \mu_A(y)]i)$$

donde i hace referencia a los distintos subconjuntos borrosos existentes en la variable final.

Mediante una hoja de cálculo se muestra el razonamiento seguido con las fórmulas empleadas para establecer el grado de pertenencia de cada estado concreto de las variables a los diferentes números borrosos definidos sobre su universo de discurso.

6. Implementación

El desarrollo del modelo ha sido realizado mediante una hoja de Cálculo Excel 97 y se ha implementado mediante la base de datos Microsoft Access, programa estándar con amplio futuro de viabilidad y fácilmente convertible a posteriores versiones y a programas de bases de datos diferentes, y los puntos básicos seguidos para el desarrollo del modelo se pueden concretar en los siguientes:

1. Definición de Modelos
2. Definición de Etiquetas de Estado de Variables de Modelos
3. Definición de Variables de Modelos
4. Definición de Estados de Variables de Modelos

5. Definición de Relaciones de dependencia entre variables de modelo
6. Definición de las Reglas de los Modelos

El desarrollo del modelo se ha realizado tratando de conseguir abarcar el mayor número de variables posibles con incidencia en la variable de salida, a fin de que se pueda analizar como un modelo completo. En este sentido, se ha incorporado un total de 36 variables, todas ellas borrosas, de forma que para cada una de ellas se determinan sus posibles estados, referidos mediante etiquetas lingüísticas, y también los dominios de cada uno de los subconjuntos borrosos representativos de tales estados. Posteriormente, se determina el grado de verdad de cada una de las etiquetas lingüísticas de cada variable y se establecen las reglas borrosas de producción existentes entre ellas. Para manejar e interpretar esta gran cantidad de información se ha conseguido que el funcionamiento esté basado en consultas, logrando así que la generación de código sea mínima, lo que facilita la reutilización directa de esta aplicación así como su ampliación en otras posteriores, ya que sólo habría que transportar las consultas deseadas. De esta forma, habiendo sido implementada mediante una base de datos Access 97, posteriormente fue convertida a la versión 2000, lo que da lugar a pensar que lo será fácilmente a cualquier otra versión posterior, y a cualquier otro programa de base de datos sin ningún cambio adicional, pues su implementación se ha basado en consultas y no en código.

Asimismo, esta implementación aporta al modelo las ventajas de robustez, reutilización, fácil mantenimiento, fácil adaptabilidad a cambios (fácilmente modificable), fácil manejo, completitud, corrección, fácilmente integrable en otras aplicaciones, y fácilmente entendible por cualquier usuario.

En cuanto al empleo del modelo desarrollado, en la Figura 2 se muestra a modo de ejemplo un formulario con unas variables de entrada que deben ser informadas todas ellas de forma obligatoria, cada vez que el usuario se sitúa en cada una de ellas, facilitándole su comprensión mediante un sistema de ayuda que indica según el tipo de dato a informar (tipo de variable) los valores y rangos posibles que puede utilizar para dar su valor indicando su significado.

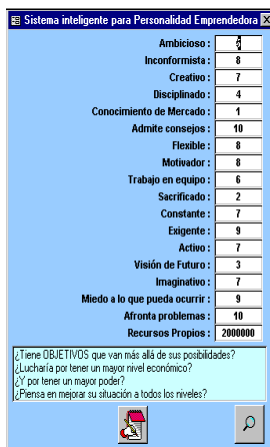




Figura 2.

En cuanto al funcionamiento interno del programa se han diseñado unas reglas de producción, que a partir de la combinación de ciertas variables de entrada permiten ir obteniendo variables intermedias, y en un siguiente nivel mediante la combinación de estas variables intermedias se obtendrían a su vez otras variables también intermedias, y así sucesivamente se iría descendiendo a lo largo de todos los niveles que se hayan sido definidos hasta llegar a que mediante la combinación de las variables intermedias del último nivel se obtenga definitivamente la variable de salida.

Cada variable tiene tres posibles estados etiquetados de los cuales sólo estará en uno, mediante el valor numérico dado a esa variable se le asociará a uno de esos 3 estados.

La combinación de variables para obtener otras nuevas se ha establecido mediante una serie de reglas de producción diseñadas al efecto, y el valor etiquetado para las nuevas variables dependerá de la combinación entre las variables que el experto haya definido. Todas ellas se valorarían de 0 a 10, salvo los “Recursos Propios” valorados en millones;

El usuario dispone de una ayuda interactiva por la que según se va situando en los diferentes campos que tiene que rellenar, se le muestra una ayuda informativa sobre el significado de cada campo, en función de ello el usuario valora cada campo, dispone además del botón de ayuda:  que le permite, una vez que está situado sobre cualquier campo, ver cuáles son los posibles valores para ese campo, es decir, ver la definición de estados de esa variable (números borrosos, que en principio quedan ocultos al usuario).

Cuando se pulse sobre el botón , el sistema mostrará el resultado de este análisis sobre las características psicológicas y sociológicas del individuo, relacionándolo

con su posible orientación profesional como creador de una empresa, y mostraría una pantalla con información similar a la que muestra la Figura 3.

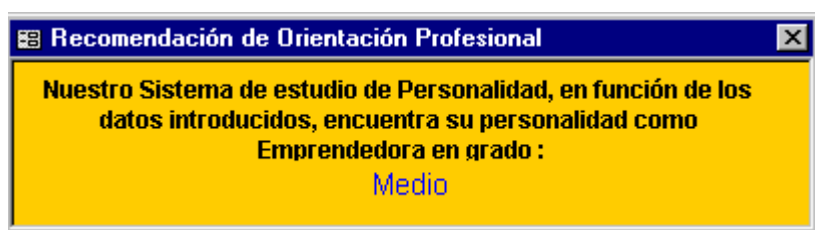


Figura 3.

De esta forma se da por concluido el estudio del espíritu emprendedor del individuo.

Otra funcionalidad añadida es la posibilidad de acceder a dos consultas interesantes que se habrán generado y que darán la Fuzzificación y posterior Defuzzificación de la Variable de Salida del Modelo que se haya ejecutado:

- **Fuzzificación : Consulta "PASO 5 Fuzzificación"**. Si se ejecuta esta opción, se permite visualizar la Fuzzificación de la Variable de Salida del modelo ejecutada en último lugar.
- **Defuzzificación : Consulta "PASO 6 Defuzzificación"**. Esta opción permite ver la Defuzzificación de la Variable de Salida del modelo ejecutado en último lugar.

7. Conclusiones

En la actualidad no se dispone de ningún modelo con el que el individuo pueda autoevaluarse para analizar su posible perfil emprendedor, de ahí que con el desarrollo de este trabajo se haya conseguido aportar, mediante la construcción de un Sistema Experto Borroso un instrumento para analizar el espíritu emprendedor de una persona, y con una implementación de fácil manejo para cualquier usuario no familiarizado con la informática y que permite ser directamente modificable o reutilizable en posibles líneas futuras.

La implementación del modelo ha sido realizada utilizando una Hoja de Cálculo de Microsoft Excel 97 y la aplicación ha sido desarrollada mediante la base de datos Microsoft Access 2000, lo que le dota de la generalidad necesaria para poder ser utilizado por cualquier usuario final.

8. Referencias Bibliográficas

- Aberastury, A. y Knobel, M.A. (1984): "*La Adolescencia Normal*". Editorial Paidós. Ecuador, Argentina.
- Acevedo, A. (1981): "*Aprender Jugando*". Editorial Acevedo. Blos.
- Bohoslavsky, R. (1982): "*Orientación Vocacional*". Editorial Oikos-Tau. España.
- Briggs Myers, I. y McCaulley, M. (1985): "*Manual: A Guide to the Development and Use of the Myers-Briggs Type Indicator*". Editorial Consulting Psychologist Press. Estados Unidos.
- Briggs Myers, I y Myers, P. (1962): "*Gifts Differing. Introduction to Type*". Editorial Consulting Psychologist Press. Estados Unidos.
- Cásares Arrangoiz, D. y Siliceo Aguilar, A. (1984): "*Planeación de Vida y Carrera*". Editorial Limusa. México.
- Cueli, J. (1979): "*Vocación y Afectos*". Editorial Limusa. México.
- Hayes, J. y Hopson, B. (1982): "*La Orientación Vocacional en la Enseñanza Media*". Editorial Oikos-Tau. España.
- Holland (1978): "*Elección Vocacional*". Editorial Trillas. México.
- Lawrence, G. (1979): "*People Types and Tiger Stripes (a practical guide learning styles)*". Editorial Center for Applications of Psychological Type, Inc. Estados Unidos.
- López González, E. (1999): "*La Construcción de Sistemas Inteligentes (Control Borroso) en Hoja Electrónica de Calculo para la Toma de Decisiones de Gestión en Ambiente de Incertidumbre*". Curso Mestrado em Contabilidade e Auditoria, Universidade do Minho. Braga, Portugal.
- López González, E. (2000): "Diseño de Sistemas Inteligentes de Gestión Empresarial". *Material Docente* para la asignatura SIGE. Dpto. de Dirección y Economía de la Empresa.
- Lyman B. (1986): "*Howard. Test Scores and What They Mean*". Editorial Prentice-Hall. Estados Unidos.
- Meeker, M. (1970): SOI Divergent Production Sourcebook (Advanced 1970), SOI Convergent Production Sourcebook (Advanced), SOI Cognition Sourcebook (Advanced), SOI Evaluation Sourcebook (Advanced), SOI Memory Sourcebook (Advanced).
- Oliver, (1989): "*Elección de Carrera*". Nueva edición. Editorial Limusa. México.

- Pedrycz, W. (1997): "Data Mining and Knowledge Discovery: a Fuzzy Set Perspective". Incluido en Mesiar, R. y Riecan, B. (ed.): "Fuzzy Structures: Current Trends". *Tatra Mountains Mathematical Publications*, Vol. 13, págs. 195-218.
- Pedrycz, W. (1998): "Fuzzy Set Technology in Knowledge Discovery". *Fuzzy Sets and Systems*, n°. 98, págs. 279-290.
- Peter, (1979): "*Psicoanálisis de la Adolescencia*". Editorial Joaquín Mortiz. México.
- Reymond-River. (1977): "*El Desarrollo Social del Niño y del Adolescente*". Editorial Herder. España.
- Rimada, B. (1993): "*Manual de Orientación Profesional Universitaria, Libro del alumno*". Editorial Trillas.
- Rimada, B. (1994): "*Manual de Orientación Profesional Universitaria, Guía del Docente*". Editorial Trillas.
- Sugeno, M. y Yasukawa, T. (1993): "A Fuzzy Logic-Based Approach to Linguistic Modeling". *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 1, págs. 7-31.
- Tolbert, P. (1986): "*Técnicas del Asesoramiento Profesional*". Editorial Oikos-Tao. España.
- Zadeh, L.A. (1996): "Fuzzy Logic=Computing with Words". *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, Vol. 4, págs. 103-11.