

**“MODELO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL  
PARA EL DISEÑO ESTANDARIZADO DE PROYECTOS  
DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL”**

**“ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODEL  
STANDARDIZED DESIGN  
PROJECT SOCIAL INFRASTRUCTURE”**

**Mixaida Delgado Seidel**

Ingeniero de Sistemas, Magister Scientiarum en Gerencia Empresarial.  
Coordinadora de la Línea de Investigación “Software Libre”

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Calle 1, Edif.  
“Yaguaral”, piso 6, Dpto. de Ingeniería de Sistemas, Caracas, Venezuela.

E-mail: [mixaidadelgado@yahoo.com](mailto:mixaidadelgado@yahoo.com)

Sub Tema: Ciencia y Tecnología para la ciudadanía

**Resumen.-**

Se propone un modelo basado en Inteligencia Artificial para el diseño de proyectos a financiar por el gobierno nacional venezolano, que impliquen la construcción de infraestructuras para uso social en las comunidades organizadas. Se utiliza el método de Generación y Prueba instrumentado en el encadenamiento de reglas para hallar la solución óptima, mediante un Sistema Experto que determina las particularidades de cada comunidad, en función de un motor de inferencia y una base de datos con lógica fuzzy. El modelo le proporciona al usuario toda la documentación exigida por los entes gubernamentales para la elaboración del proyecto, aumentando las posibilidades de aprobación del financiamiento. Es una investigación de tipo descriptiva, en la que se caracterizan los hechos para determinar estructura y plantear la alternativa de solución; se utiliza un diseño de campo, por no considerar el control de variable alguna; la muestra es de 20 Comunidades Organizadas del Municipio Libertador en Caracas, lo que permitió efectuar una indagatoria generalizada inicial. Se aplicó una encuesta mixta cuyos resultados reflejaron la necesidad del mecanismo sencillo y sistematizado, para incrementar la cantidad de financiamientos de proyectos comunitarios para la construcción de infraestructuras.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial, Proyectos, Infraestructura, Comunidades.

## **MODELO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DISEÑO ESTANDARIZADO DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA SOCIAL**

**Mixaida Delgado Seidel**

Ingeniero de Sistemas, Magister Scientiarum en Gerencia Empresarial

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Calle 1, Edif.  
“Yaguaral”, piso 6, Dpto. de Ingeniería de Sistemas, Caracas, Venezuela.

E-mail: [mixaidadelgado@yahoo.com](mailto:mixaidadelgado@yahoo.com)

Sub Tema: Ciencia y Tecnología para la ciudadanía

### **Introducción.-**

Actualmente en Venezuela existen diversas formas de organización social las cuales han sido promovidas desde el Ejecutivo Nacional, y a las que se les ha otorgado fundamento jurídico y legal con la finalidad de que las mismas tengan un mayor nivel de participación en las soluciones gubernamentales, que se proponen a los problemas que le afectan directamente.

Con este objetivo se han trazado lineamientos y procesos administrativos que coadyuvan a la captación de éstas soluciones originadas en las mismas comunidades, que a su vez sufren cada día la problemática determinada; uno de los cuales se basa en la recepción de proyectos de solución que cada comunidad le proporciona a un ente gubernamental relacionado con el problema.

Sin embargo, la realización y diseño de un proyecto suelen requerir algún tipo de experiencia profesional de su constructor, sobre todo si se trata de desarrollo de infraestructuras, que implican manejo y diseño de planos y otros documentos emitidos por personal calificado, evidentemente que contar con este tipo de profesionales no es una labor accesible de manera sencilla para muchas de estas comunidades, que suelen ser bastante desposeídas económicamente.

Se propone una alternativa como solución sencilla, rápida y efectiva que garantiza el éxito en la consecución del financiamiento para la construcción de la infraestructura de uso social, que permite además acercar los avances en tecnologías de la información a la realidad de la vida cotidiana de la ciudadanía, poniéndola al servicio de todas las personas que lo necesiten.

Dicha propuesta se fundamenta en las técnicas de la Inteligencia Artificial para aprovechar al máximo las bondades que este tipo de aplicaciones ofrece a quienes, como usuarios, no están imbuidos en el área tecnológica, pero tienen requerimientos de ella. Se utiliza un Sistema Experto para particularizar las soluciones que deban ser creadas para una comunidad determinada, debido a

las características peculiares y poco comunes en el resto de sus símiles, el cual podrá construir los requerimientos de salida necesarios para satisfacer finalmente sus demandas y alcanzar el objetivo final comunitario, que es la aprobación del financiamiento del proyecto comunal.

### **Problema.-**

La magnitud de los cambios de tipo social, económico, político y tecnológico que actualmente están ocurriendo en Venezuela, indistintamente de que por afinidades particulares sean considerados como provechosos o no, conllevan a un necesario reajuste en gran parte de los procesos y actividades que desarrolla la población especialmente en aquellas que tienen una relación estrecha con los ámbitos antes mencionados.

Los cambios en los mecanismos gubernamentales utilizados para apoyar las iniciativas de solución a problemas de las comunidades organizadas, representan una forma de involucrar directamente en la búsqueda de su solución óptima, a quienes lo padecen. Este nuevo mecanismo se sustenta sobre la base de que la propia comunidad conociendo sus necesidades, debe proponer la mejor alternativa de solución, que más le satisfaga, y construya el proyecto de la solución, para posteriormente entregarlo al órgano gubernamental competente, y éste último por ley le otorgue el financiamiento correspondiente.

Sin embargo, en la mayoría de los casos estas comunidades no cuentan con personas que posean el conocimiento técnico específico, que les permita desarrollar de manera adecuada algunos proyectos de envergadura, que les solucionen realmente los problemas, y tampoco con recursos económicos suficientes que les permitan contratar los servicios de profesionales que estén colegiados, ni con la experiencia necesaria. Tal es el caso de los proyectos relacionados con la construcción y obras de infraestructura para uso social, como viviendas, escuelas, canchas deportivas, y otros, que requieren del seguimiento y acatamiento de estándares que garanticen la seguridad y estabilidad de la obra, y para lo cual los entes gubernamentales exigen dicho registro y colegiatura de quien los realice a fin de garantizar el aceleramiento de la aprobación del financiamiento requerido.

### **Objetivos.-**

Una vez determinado el nivel de relación entre los proyectos realizados por personal no capacitado y la negación del financiamiento, se propone una alternativa sistematizada basada en Inteligencia Artificial, que mediante una interfaz altamente amigable, facilite la incorporación por parte de los miembros de la comunidad independientemente del nivel académico y de conocimientos técnicos que posean, los datos relacionados al tipo de proyecto requerido como ubicación y dimensiones del terreno, entre otras, así como algunas variables de carácter económico y social, para obtener de un Sistema basado en el Conocimiento, toda la documentación necesaria.

## Metodología.-

La investigación es de tipo descriptiva, en la que se caracterizan las causas que impiden la aprobación del financiamiento por parte los órganos gubernamentales, de los proyectos propuestos por las comunidades para la construcción de infraestructuras de uso social comunitario, a fin de establecer y definir el comportamiento en cuanto a la cantidad de propuestas realizadas por la comunidad, las aceptadas y las rechazadas.

Se clasifica como un estudio de medición de variables independientes, ya que la propuesta no depende directamente del grado de relación existente entre las variables, sino que se observa y cuantifican las características de un grupo y por consiguiente no se formulan hipótesis.

Siendo que la población de la investigación estuvo delimitada a las comunidades organizadas registradas en el Municipio Libertador, se trabajo con una muestra probabilística en la cual todos los elementos de la población tuvieron la misma posibilidad de ser elegidos.

Por tratarse de un diseño de campo, los datos fueron recolectados directamente de los sujetos investigados, desde la realidad donde ocurren los hechos, para lo que se aplicó una encuesta sencilla, (ver Tabla N°1) conformada de cuatro preguntas elementales, sin ponderación ni jerarquía.

N°	Descripción
1	¿Esta comunidad ha solicitado financiamiento para la ejecución de algún proyecto de infraestructura que haya realizado?
2	¿La elaboración del proyecto estuvo a cargo de la comunidad o requirió profesionales externos?
3	¿Cuántos proyectos de este tipo y elaborados por la comunidad, han sido financiados por el gobierno?
4	¿Cuántos proyectos de este tipo y elaborados por profesionales externos, han sido financiados por el gobierno?

Tabla N° 1.- Encuesta mixta realizada a la muestra de la investigación

## Resultados.-

De la aplicación de la encuesta sobre la muestra objeto del estudio, se obtuvo que el 72% del total de las comunidades organizadas han realizado al menos un proyecto de infraestructura, para solicitar su financiamiento a algún ente gubernamental venezolano, lo que indica que entre las prioridades de las comunidades se encuentran las construcciones de algún tipo de edificación para apoyo a las actividades y mejoramiento de la calidad de vida de los vecinos.

Respecto a la segunda pregunta, del total de proyectos realizados el 86% estuvo a cargo de personas de la misma comunidad, otro 9% lo representan

los proyectos que están en proceso de ejecución retardado, los cuales suelen ser pagados por partes en lapsos medianos de tiempo; sin embargo el 5% restante efectivamente han sido diseñados y finalizados, obteniendo satisfactoriamente el financiamiento solicitado.

Finalmente, las preguntas N° 3 y 4 expresan en las respuestas obtenidas la necesidad de que las comunidades sean apoyadas técnica y profesionalmente de manera gratuita y on line, para la realización y construcción de este tipo de proyectos de infraestructura, ya que el 100% de los proyectos realizados por agentes externos a la comunidad, con las capacidades y conocimiento necesario, fueron aprobadas para recibir el financiamiento del ente gubernamental, como se aprecia en la Figura N°1.

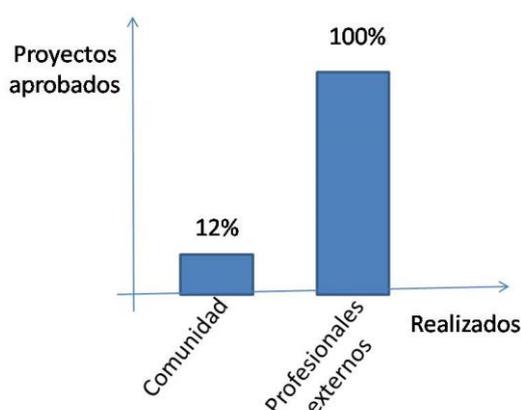


Figura N° 1.- Resultados de proyectos aprobados según su diseñador

### **Descripción de la propuesta tecnológica.-**

Posterior al análisis de los resultados arrojados por la encuesta aplicada sobre la muestra con carácter indagatorio, resulta evidente la necesidad de que las comunidades organizadas posean una herramienta adecuada que les facilite el diseño y elaboración de sus proyectos de infraestructura. La evolución tecnológica y de herramientas de software en la actualidad, permiten incorporar técnicas sofisticadas de programación para la resolución de problemas de la vida cotidiana, en ese sentido, se construye una propuesta para utilizar las técnicas de IA en el diseño de una solución a dicha necesidad.

El planteamiento de soluciones adecuadas a cada necesidad, pasa por el diseño de una interfaz basada en sistemas inteligentes, capaz de entender y discernir sobre lo que le está planteando el usuario. Por lo que asumiendo la clasificación de [Kremer, 2001] de los tipos de Inteligencia Artificial, se considera la categoría de IA débil que indica construir un sistema que permita a las máquinas actuar como si fueran inteligentes, esto es que planteen soluciones basadas en la selección de múltiples alternativas preestablecidas por el hombre, en función de razonamiento lógico propio de la especie humana.

El principio teórico sobre el cual descansa el diseño de la aplicación, parte de la afirmación de que la IA no debería ser comparada con la mente humana, sino mas bien hacerla tan provechosa como sea posible a fin de que las computadoras realicen las actividades que, por el momento hacen mejor los humanos.

### Diseño de la aplicación.-

Un bosquejo generalizado del funcionamiento del sistema basado en Inteligencia Artificial se presenta en la Figura N° 2, en la cual se definen cuatro bloques principales inherentes al modelo que conforman la columna del diagrama de flujo, el primero para la determinación del problema, el de planteamiento de alternativas de solución orientada a la solución óptima, el diseño particular de una solución, y la explicación de la alternativa propuesta por el sistema; las cuales se describirán como fases generales.

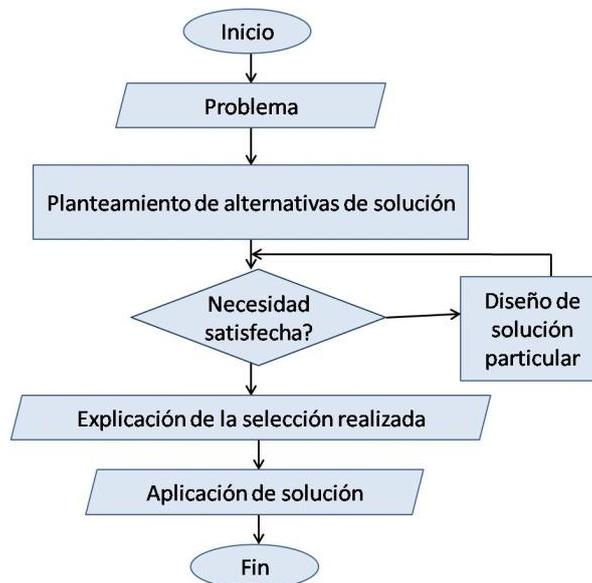


Figura N°2.- Diagrama de Flujo del funcionamiento generalizado del modelo

#### Fase I. Planteamiento del Problema.

El propósito final de esta fase es el de captar el tipo de necesidad que tiene la comunidad, las características y variables que la definen, así como los recursos y requerimientos de carácter material y humano de los que dispone para la elaboración del proyecto.

Para plantear las variables a utilizar se aplican las técnicas de Casos de Usos, un ejemplo ilustrativo se muestra en la Figura N° 3, en la que se presentan las diferentes opciones que puede seleccionar el usuario al requerir la elaboración del proyecto.

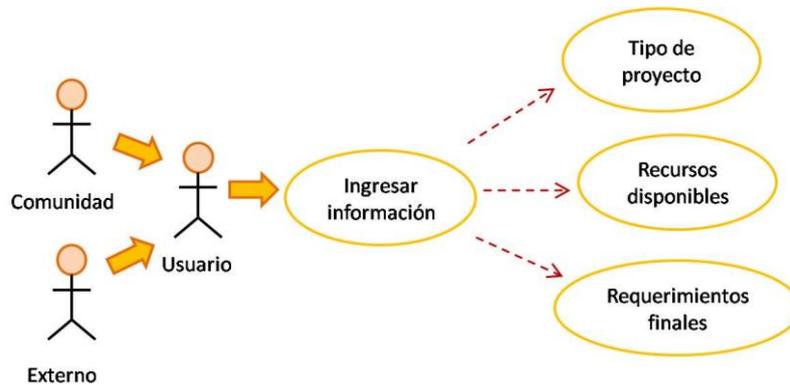


Figura N° 3.- Diagrama de Caso de Uso para Ingreso de Información

Sin embargo, se aplican los Casos de Uso para determinar las subcategorías de cada ítem seleccionado por el usuario en cuanto al tipo de proyectos, incorporando entre otras cosas, las variables correspondientes a:

1. Tipo de Proyecto
  - a. Habitacional
    - i. unifamiliar
    - ii. colectivo (edificaciones)
  - b. Educativo
    - i. Escuela primaria
    - ii. Liceo
    - iii. Galpón
  - c. Deportivo
    - i. Cancha
    - ii. Modulo
    - iii. Galpón
  - d. Cultural
    - i. Taller
    - ii. Auditorio
    - iii. Cine popular
  - e. Otro
2. Recursos disponibles
  - a. Terreno (características, dimensiones, suelos, propietario)
  - b. Edificio (características, dimensiones, suelos, propietario)
  - c. Materiales de construcción
  - d. Otros
3. Requerimientos finales
  - a. Planos
    - i. Ubicación
    - ii. Arquitectura
    - iii. Estructura
    - iv. Instalaciones sanitarias (aguas blancas, servidas y lluvia)
    - v. Instalaciones eléctricas
    - vi. Redes de comunicaciones
  - b. Cómputo de presupuesto
    - i. Materiales de construcción

- c. Planillas
  - i. Organismo (formatos establecidos por cada institución)
- d. Cartas
  - i. Solicitud de financiamiento
  - ii. Solicitud de recursos materiales
  - iii. Cartas y comunicaciones
- e. Memoria descriptiva

El esquema refiere los tópicos más relevantes a ser ofrecidos para introducir información mediante la interfaz gráfica del sistema, cuyo diseño se basa en un elevado nivel de amigabilidad, que motive al usuario a interactuar con el mismo, quienes en este caso son las personas de la comunidad que no poseen conocimientos profundos de tecnologías de información, a sentirse libre y cómodamente con el computador, y utilizarlo en la elaboración del proyecto de infraestructura. El desarrollo utiliza las técnicas comunes para una interfaz eficiente, conformada por pantallas sencillas que presentan conjuntos de alternativas de selección que facilitan la caracterización del tipo de proyecto que desea elaborar el usuario.

Cada etapa de ingreso de información, almacena la data para conformar el esquema que deberá producir el Sistema de Conocimientos como parte de la solución al problema. La información solicitada al usuario es puntual y se plantea en un lenguaje claro y sencillo con la posibilidad de ofrecer ayuda respecto a los detalles de la pregunta, así como el por qué y significado dentro de la construcción del proyecto.

#### *Fase II. Planteamiento de las alternativas posibles de solución.*

Para el desarrollo de las múltiples alternativas posibles para resolver la problemática planteada, se utiliza el método de Inteligencia Artificial denominado Generación y Prueba, el cual coadyuva a la escogencia de la alternativa óptima según los valores de las variables introducidas por el usuario mediante la fase previa.

Para ello se usan dos módulos básicos, los cuales pueden apreciarse en la Figura N° 4. El primero denominado generador, que se encarga de enumerar las soluciones posibles, el segundo se denomina probador y evalúa cada solución propuesta, ya sea aceptándola o rechazándola.

El módulo generador puede producir todas las soluciones posibles antes de que el probador inicie sus funciones, no obstante se facilitan las actividades si se intercalan cada resultado obtenido de cada módulo. La acción puede terminar cuando se encuentra una solución aceptable, continuar hasta que se encuentre un número satisfactorio de soluciones, o hasta que se hallen todas las soluciones posibles.

La secuencia utilizada para el modelo es la de los resultados intercalados, a fin de analizar cada solución una vez producida reduciendo el tiempo de funcionamiento y por ende maximizando la vida útil de los recursos involucrados.

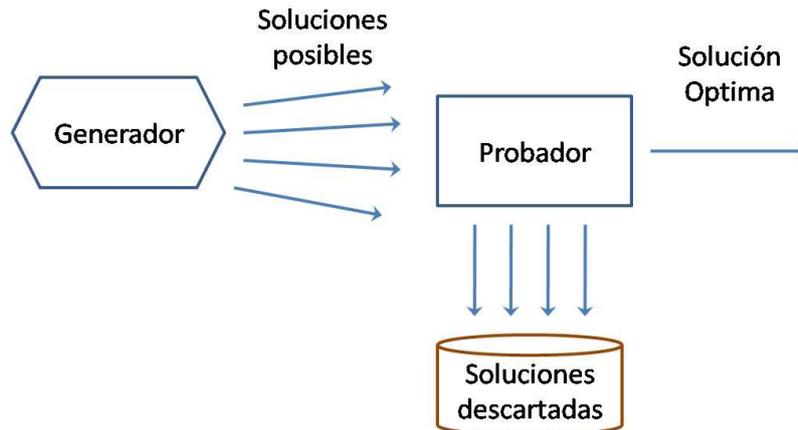


Figura N°4.- Método de Generación y Prueba del modelo

El modelo le proporciona al generador, el conocimiento que le permitirá reconocer que una clase completa de soluciones propuestas no cumplirá alguna restricción de eliminación específica, lo que posibilita reducir considerablemente el espacio de búsqueda de la solución óptima, abandonando una clase completa de elementos a partir de consideraciones posteriores, lo que también se conoce con el nombre de generación y prueba jerárquica (GPJ).

Sin embargo esta variante del método utilizado, es efectiva cuando sea posible la descomposición en factores del espacio de soluciones y la evaluación de las soluciones parciales, esto es, dividir dicho espacio en clases que se puedan considerar independientemente. El valor de GPJ se deriva de la reducción rápida lograda a partir de la poda rápida de soluciones parciales. En consecuencia debe ser posible predecir que la versión final de una solución es inaceptable mediante la comparación de una versión parcial frente a algunas restricciones específicas.

La fase de alternativas de solución se basa en un proceso de encadenamiento de reglas progresivo, según los valores asignados a cada variable de entrada proporcionada por el usuario mediante la interfaz, el cual dirige la ruta de reglas cumplidas a medida que avanza en la búsqueda de la solución óptima. Una vez que el usuario selecciona cada opción de las propuestas por la interfaz de la primera fase, se asigna una ruta de seguimiento para el requerimiento mostrado al final del modelo, lo que al final le otorgará un código de identificación a cada uno de los planos y salidas mostradas.

Un ejemplo de lo antes mencionado se presenta en la Tabla N°2, en la que se desarrolla un bosquejo de las codificaciones asignadas a cada ítem que compone el modelo.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>CODIGO</b>
Tipo de Proyecto, Habitacional, Unifamiliar	000101
Tipo de Proyecto Habitacional, Colectivo (edificaciones)	000102
Tipo de Proyecto Educativo, Escuela primaria	000201
Tipo de Proyecto Educativo, Liceo	000202
Tipo de Proyecto Educativo, Galpón	000203
Tipo de Proyecto Deportivo, Cancha	000301
Tipo de Proyecto Deportivo, Modulo	000302
Tipo de Proyecto Deportivo, Galpón	000303
Tipo de Proyecto Cultural, Taller	000401
Tipo de Proyecto Cultural, Auditorio	000402
Tipo de Proyecto Cultural, Cine Pop	000403
Recursos Disponibles, Terreno	010100
Recursos Disponibles, Edificio	010200
Recursos Disponibles, Materiales Construcción	010300
Recursos Disponibles, Otros	010400

*Tabla N°2.- Prototipo de la codificación*

Cada alternativa de solución es proporcionada por la base de datos de un Sistema Experto que cuenta con información detallada y suficientemente sustentada como para respaldar la solicitud de financiamiento del proyecto requerido, en función de los conocimientos adquiridos del experto humano.

En los casos en los que mediante los métodos de generación y prueba, no se obtenga una alternativa predefinida de solución optima para el usuario, es decir, que la alternativa final propuesta por el modelo no satisfaga sus expectativas, el sistema indagará al respecto y posteriormente dará inicio a la tercera fase para la construcción de una alternativa personalizada para ese requerimiento en particular.

#### *Fase III. Diseño de solución particular.-*

Para construir una alternativa propia del requerimiento del usuario del sistema, se trabaja con inferencia basada en lógica formal, con la finalidad de representar hechos acerca de la realidad de la comunidad y por ende del usuario y describir las relaciones entre dichos hechos. Posteriormente a ello es posible deducir nuevos hechos y descripción de realidades mediante la aplicación de las reglas de inferencia, pero utilizando la resolución como técnica para reducir el proceso de prueba a una ejecución más sencilla.

#### *Fase IV. Explicación de la selección realizada.-*

La sencillez del medio de explicación en el Sistema Experto describe el razonamiento del sistema para el usuario. Sin embargo, en base a los supuestos generales de que el usuario del sistema asume tácitamente que un analista de sistemas ha construido el suyo correctamente, y que los desarrolladores asumen que el usuario no está interesado en saber cómo se produjeron los resultados sino en los resultados en sí mismos, podría parecer innecesario incorporar un modulo explicativo de la solución obtenida o de la sugerencia de un requerimiento final.

Específicamente en los Sistemas Expertos se considera de gran importancia el que provean al usuario de una explicación suficientemente sustentada del cómo llegaron a proponer dicha alternativa de solución.

A fin de que la forma de explicación final propuesta por el modelo, sea efectiva, existe una infraestructura para las explicaciones mutuamente comprendido por el usuario y por el sistema. Para ello se trabajó conjuntamente con las personas de las comunidades a fin de lograr las expresiones adecuadas de carácter informal y cotidiano, que pudieran ser atractivas para quien estuviera utilizando el sistema para elaborar el proyecto.

La infraestructura incluye el entendimiento del paradigma de la inferencia empleado por el sistema y una comprensión del vocabulario del dominio específico utilizado en cada una de las explicaciones.

### **Conclusiones.-**

Según los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta a la muestra de la investigación, en relación entre los proyectos realizados por personal no capacitado y la negación del financiamiento, los cuales fueron representativos en cuanto a que las cantidades de proyectos realizados por la propia comunidad fueron aprobados en 12%, y en cuanto a que el 100% de los realizados por personal experto les fue aprobados el financiamiento por los órganos gubernamentales, lo que por demás implica que a fin de garantizar la obtención del financiamiento las comunidades deben poseer los recursos necesarios para sufragar los gastos inherentes a la elaboración del proyecto, esto es, los ingenieros especializados en cada ramo para que construyan los legajos de documentos necesarios exigidos por los entes del Estado venezolano; se construyó la alternativa sistematizada basada en Inteligencia Artificial, que gracias a su interfaz amigable y sencilla, logra facilitar la interacción de los miembros de la comunidad con el computador, aun cuando sean agnósticos de las tecnologías de información y la computación.

El modelo usa técnicas de Inteligencia Artificial, siguiendo el método de Generación y Prueba para la obtención y búsqueda de la mejor solución a ofrecerle al usuario en relación a una problemática sustentada en variables, para la elaboración de un proyecto de infraestructura de uso social, para la obtención de la alternativa particular, se trabajó con un Sistema Experto fundamentado en un motor de inferencia de lógica formal y una base de datos fuzzy, lo que permitió crear una respuesta personalizada a cada requerimiento del usuario, siempre que esta respuesta no estuviera previamente diseñada como posible alternativa de solución.

### **Bibliografía.-**

J.R.Anderson y B.J.Reiser. "The LISP tutor". Byte, n.10, pp.159-175, 1985.

M.Castells. "La era de la información: Economía, sociedad y cultura". Vol I: La sociedad red. Madrid: Siglo XXI, 1998.

B.Fernandez-Manjon. "Sistemas de ayuda inteligente para entornos informáticos complejos". En Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, n.12, pp.59-67, 2001.

A.Fowler. "The role of AI-based technology in support of the knowledge management value activity cycle". En The Journal of Strategic Information Systems, n.9 (2-3), pp.107-128, 2000.

P.Henry. "Inteligencia Artificial" Wilmington, Delaware, EUA. 1994.

R.Kremer. "Artificial Intelligence" [online]. University of Calgary, 2001. Consulta: 25 febrero 2010].

<http://sern.ucalgary.ca/courses/CPSC/533/W99/intro/tsld024.htm>.

J.J.Martínez. "Propuesta arquitectural y metodológica para la integración de un módulo inteligente de tutorización en sistemas de aprendizaje basados en Internet". Tesis doctoral de la Universidad de Alcalá, 2004.

D. Rolston. "Principios de inteligencia artificial y Sistemas Expertos". Mc Graw Hill, 1993.

C.Sheel. "Ingeniería de Sistemas Basados en Conocimientos". México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 1990.