

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 2



Título: Sistema de Investigación Criminal para la creación de perfiles forenses. Modelamiento de la base de casos.

**Trabajo de Diploma para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas**

Autor(es): Manuel Guerra Hernández

Tutor(es): MSc. Yadira Ruíz Constanten

Co-tutor: Ing. Michel Arias Arias

2012

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo al Centro ISEC de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmo la presente a los ____ días del mes de _____ del año 2012.

Autor: Manuel Guerra Hernández

Tutor: MSc. Yadira Ruíz Constanten

DATOS DE CONTACTO

Síntesis del Tutor:

Licenciada en Ciencias de la Computación en el 2004.

Máster en Gestión de Proyectos Informáticos en el 2007.

Profesora de la Disciplina Ingeniería y Gestión de Software.

Categoría docente: Asistente.

Investiga en el campo de la Gestión de Proyectos Informáticos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a las personas que han contribuido a la realización de este trabajo.

Agradecer a las personas que han colaborado conmigo a lo largo de mi carrera.

Agradecer a mis amigos que han compartido los buenos y los malos momentos en la universidad.

Agradecer a mi tutora que me ha guiado durante la realización de este trabajo.

Agradecer a mis padres que sin la guía de ellos hubiese sido imposible.

Agradecer a Pepe por ser mi compañero de lucha durante la universidad.

DEDICATORIA

A mis amigos que ya se graduaron.

A mis grandes amigos yo diría hermanos Pedro, Pachi, Kiki que siempre han estado apoyándome.

A mis hermanos Carlos Ernesto y Carlos Manuel.

A mi familia que ha sido protagonista de este logro.

Dedicarles todos mis triunfos a mis padres que son más que protagonistas, ellos que forman parte de este sueño de convertirme en un profesional.

Dedicarle todos mis triunfos a mi esposa que siempre ha estado ahí brindándome su apoyo incondicional.

Y no podía faltar mi pequeña princesita que solo tiene 3 añitos. A mi hermosa hija Ana Claudia.

RESUMEN

El crimen en todas sus variantes ha convivido con la humanidad a lo largo de la historia. En muchos lugares la problemática de la inseguridad ciudadana ocupa un lugar preponderante en la comunidad, que exige soluciones rápidas, eficaces e inmediatas, vinculadas con la total insatisfacción de la sociedad respecto a la respuesta que brindan los distintos operadores del sistema penal ante la comisión de un delito. El avance de la criminalidad exige un trabajo más complejo de la técnica policial en la investigación criminal, lo que lleva a desarrollar métodos de estudios modernos elevando la calidad de investigación criminal. Hoy día se utiliza mucho la técnica del perfil forense, que es un método forense para aproximar a las investigaciones policiales al esclarecimiento de los delitos. En proceso de perfilar se realiza de forma manual y en ocasiones se vuelve engorroso, tedioso y complejo cuando existe un gran cúmulo de evidencias, lo que trae consigo el riesgo de posibles equivocaciones en los resultados. La creación de un sistema inteligente que posea las experiencias de diferentes especialistas ayudará favorablemente al proceso en aras de obtener mejores resultados, para ello es necesario la aplicación de la técnica de inteligencia artificial razonamiento basado en casos.

El objetivo de esta investigación es modelar una base de casos para un sistema inteligente que permita la creación de perfiles forenses y definir los procesos fundamentales con la técnica de la creación de perfiles forenses tras el análisis detallado de los elementos que abordan el tema.

PALABRAS CLAVES

Inteligencia artificial, investigación crimina, perfiles forenses, razonamiento basado en casos.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA	II
RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
Introducción..	5
1.1. Perfilación forense o perfilación criminal	5
1.1.1. Perfiles de agresores conocidos, perfil psicológico método inductivo	6
1.1.2. Perfiles de agresores conocidos, perfil criminal o método deductivo.....	7
1.1.3. Elaboración del perfil	8
1.2. Sistemas que permiten obtener perfiles forenses.....	9
1.2.1. CATCHEM.....	9
1.2.2. VICAP.....	9
Conclusiones parciales.	11
CAPÍTULO 2: INTELIGENCIA ARTIFICIAL	12
Introducción.....	12
2.1. Inteligencia Artificial.....	12
2.2. Técnicas de Inteligencia Artificial (IA).....	12
2.2.1 Sistemas basados en conocimientos (SBC)	13
Ventajas y desventajas de los SBC.....	14
2.3. Sistemas basados en reglas (SBR).....	15

2.4.	Sistemas basados en redes bayesianas	16
2.5.	Razonamiento basado en casos (RBC).....	17
2.6.1	Proceso del Razonamiento Basado en Casos	17
2.6.2	Estructura de los sistemas de razonamiento basado en casos	19
2.6.3	Estructura y representación de los Casos.....	19
2.6.4	Formas de organización de la base de casos. Modelos de Memoria	20
2.6.5	Importancia del razonamiento basado en casos.	23
	Conclusiones parciales.	25
	CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	27
	Introducción..	27
3.1.	Descripción de la base de casos	27
3.2.	Mapa conceptual.....	31
3.3.	Recuperación.....	34
3.3.1	Función de semejanza para atributos numéricos.	35
3.3.2	Funciones de semejanza para atributos nominales y textuales.....	36
3.3.3	Función de semejanza para atributos ordinales.	37
3.3.4	Función de semejanza.....	38
3.3.5	Algoritmo propuesto para la recuperación de casos similares.....	38
	Conclusiones parciales	39
	CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN	41
	Introducción..	41
4.2.	Validación por el método Delphi.....	41
	CONCLUSIONES	54

RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57
TRABAJOS CITADOS	60
ANEXOS.....	63
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	68

INTRODUCCIÓN

El comportamiento de los seres humanos es caracterizado por el medio donde vive, determinados por la cultura, las actitudes, las emociones, los valores de la persona y los valores culturales, la ética y otros factores que influyen. Su interés de aprender sobre lo que lo rodea y aprovecharlo para su beneficio y comodidad se ha convertido en su principal herramienta para el desarrollo en todos los tiempos. Se dice que el comportamiento del hombre es complicado y en ocasiones inexplicable como por ejemplo a cometer hechos delictivos, en ocasiones por necesidad como el robo pero en el peor de los casos cometer asesinatos. El crimen en todas sus variantes ha convivido con la humanidad a lo largo de la historia, la policía ha tomado la vanguardia para enfrentarlos y combatirlos. En muchos lugares la problemática de la inseguridad ocupa un lugar preponderante en la comunidad, que exige soluciones rápidas y eficaces, vinculadas con la total insatisfacción de la sociedad respecto a la respuesta que brindan los distintos operadores del sistema penal ante la comisión de un delito. El avance de la criminalidad, exige un trabajo más complejo de la técnica policial, lo que lleva a desarrollar métodos de estudios modernos que forman parte de la investigación criminal.

La investigación criminal es un conjunto de saberes interdisciplinarios y acciones sistemáticas integrados para llegar al conocimiento de una verdad relacionada con el fenómeno delictivo (1). Es una tarea compleja donde está presente el manejo de estrategias que contextualizan el papel de la víctima, del delincuente y del delito como tal, además el estudio de las técnicas orientadas a contrarrestar, controlar y prevenir la acción delictiva.

Para obtener buenos resultados en la investigación criminal se debe seguir un método científico de acción. Una investigación desordenada en cualquier campo, lleva a malos resultados, a veces opuestos al fin requerido. Los investigadores deben ser personas preparadas, que dominen a la perfección hechos ilícitos o irregulares, además de ser una persona observadora que no se le escapen detalles. El trabajo del investigador es un trabajo frío, sin emoción que conlleve a errores, se tiene que dejar de lado las estimaciones personales, motivos individuales porque pueden impedir el correcto desempeño ante un hecho delictivo (2). Su primer paso importante será tomar contacto con la escena del delito que será el punto de partida. Cualquier detalle insignificante puede ser la clave de un caso.

La investigación comienza casi siempre en la escena del crimen cuando es un homicidio o un robo, donde se recolecta la evidencia que será el punto de partida a la investigación. La investigación criminal se vale de la criminalística que tiene un papel fundamental ya que es un conjunto de técnicas y procedimientos de investigación cuyo objetivo es el descubrimiento, explicación y prueba de los delitos, así como la verificación de sus autores y víctimas (3). La criminalística se vale de los conocimientos científicos para reconstruir los hechos, es decir, técnicas propias del trabajo de diferentes disciplinas, ciencias auxiliares y laboratorios periciales que se denominan ciencias forenses. Entre las cuales se destacan: Arte forense, Antropología forense, Balística forense, Estomatología forense, Fotografía forense, Patología forense, Peritaje caligráfico, Hematología e informática forense y otras (4).

En la actualidad se utiliza mucho como técnica forense el término perfil forense conocido también como perfil criminal (*offender profiling*) el cual fue creado por los agentes del FBI en el centro de entrenamiento de Quantico (Virginia Oeste) en los años 70, para designar la técnica de describir el comportamiento y características probables del autor desconocido de un asesinato (5). Esta técnica es el resultado de años de investigación donde se estudia el comportamiento de los delincuentes utilizando las evidencias psicológicas recogidas en la escena.

La creación de perfiles forenses representa un paso de avance en la investigación criminal al garantizar la reducción del número de sospechosos involucrados en situaciones delictivas y enfocar la búsqueda en zonas geográficas específicas, lo que posibilita que el proceso de investigación sea más preciso y eficaz. Sin embargo, la resolución de un caso criminal es una tarea ardua, pues incluye un análisis riguroso de todas las evidencias encontradas en la escena del crimen, además del reconocimiento de diversas pistas que permitan enmarcar la investigación en el camino correcto. En muchas ocasiones se vuelve un proceso engorroso, tedioso y complejo cuando existe un gran cúmulo de evidencias, lo que trae consigo el riesgo de posibles equivocaciones u omisiones de información relevante en la identificación del tipo de persona que pudo haber cometido el delito. A todo esto puede sumarse el agotamiento físico y mental de los especialistas, que a pesar de no influir directamente en la calidad del perfil final, sí influye negativamente en la rapidez de los resultados. Una necesidad evidente en todo este proceso es la reutilización del conocimiento acumulado en años de investigación; los investigadores más experimentados llegan a conclusiones más certeras identificando patrones entre el nuevo caso y los casos resueltos en el pasado,

lo que permite terminar el proceso de manera rápida y efectiva. No obstante, como el proceso de investigación se realiza por humanos, la experiencia puede perderse por diversos motivos, tales como jubilación o reubicación laboral, incluso es posible pasar por alto algunos patrones en casos muy similares, y conducir la investigación en un sentido equivocado que puede terminar con la captura de personas inocentes.

Partiendo de la situación problemática anterior se plantea el siguiente **problema a resolver**: ¿Cómo contribuir a la Investigación Criminal a través de la creación de perfiles forenses utilizando la experiencia de los investigadores?

Partiendo del problema planteado, el **objeto de estudio** se enfocará a los sistemas inteligentes para la creación de perfiles forenses en la investigación criminal.

El **objetivo general** que se persigue es: Diseñar la base de casos de un sistema inteligente que contribuya a la Investigación Criminal a través de la creación de perfiles forenses.

El **campo de acción** queda enmarcado en: Bases de casos para la creación de perfiles forenses.

Del objetivo general se desglosan los siguientes Objetivos Específicos:

1. Definir procesos fundamentales relacionados con la investigación criminal tras el análisis detallado de los elementos que abordan el tema.
2. Diseñar un modelo computacional donde se aplique técnicas de inteligencia artificial en la consideración de la clasificación de perfiles forenses como entidad principal.
3. Identificar los rasgos que conformarán la base de casos.
4. Identificar el proceso de recuperación dentro del razonamiento basado en casos.
5. Validar la solución propuesta.

Para el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos se definieron las siguientes tareas:

1. Elaboración del marco teórico de la investigación.

2. Caracterización de la situación existente en el mundo, en la región y en el país en particular sobre la Investigación Criminal a través de la creación de perfiles forenses, la inteligencia artificial(IA) y la técnica que determine utilizar para definir la posición del investigador.
3. Estudio de diferentes técnicas de Inteligencia Artificial que basadas en la acumulación de experiencias y estándares definidos permita seleccionar la que se utilizará para gestionar la Investigación Criminal a través de la creación de perfiles forenses.
4. Análisis de la técnica seleccionada para aplicar sus componentes a la Investigación Criminal a través de la creación de perfiles forenses.

Métodos teóricos:

- **Analítico–Sintético:** Mientras que el análisis permitió el estudio de cada uno de los factores que influyen en la creación de perfiles forenses en su relativa independencia uno de otro, la síntesis permitió descubrir las relaciones existentes entre un factor y otro, así como la interacción dialéctica que se establece entre ellos y el condicionamiento mutuo que ejercen.
- **Inductivo-Deductivo:** Se utilizó para el planteamiento del objetivo y la extracción de las ideas fundamentales para la elaboración y fundamentación del trabajo de diploma.

Entrevistas: a diferentes especialistas en la material Inteligencia Artificial y relacionados con la investigación criminal.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Introducción.

El presente capítulo tiene como objetivo sentar las bases teóricas para la investigación. Se fundamentarán los conceptos relacionados con el tema. Se realizará un estudio del estado del arte de diferentes herramientas relacionadas con la técnica de la creación de perfiles forenses.

1.1. Perfilación forense o perfilación criminal

Dentro de la investigación criminal, la perfilación criminal es una de las técnicas utilizadas en el mundo, conocida también como perfilación forense. Es un método forense que permite aproximar a las investigaciones policiales al esclarecimiento de los delitos. No establece la identidad del autor, pero sí deja plasmado las características psicológicas del victimario, y de esa forma los investigadores cierran el marco de sospechosos. Es muy útil en aquellos casos donde existe marcado número de huellas y evidencias, ya que la huella psicológica del victimario queda plasmada en el lugar de los hechos (5). La perfilación es una herramienta indispensable para las actuales investigaciones criminales, su utilización es ventajosa para los profesionales de la justicia como herramienta al preparar interrogatorios, justificar la petición de pruebas; pero sobre todo es de gran utilidad en la aproximación judicial a un delincuente.

La técnica de la creación de perfiles forenses es un intento elaborado de proporcionar a los equipos de investigación la información específica entorno al tipo de individuo que ha cometido un cierto crimen, usualmente los perfiles son más eficaces en aquellos casos en los que un delincuente desconocido ha mostrado indicios de psicopatología. En esta categoría se incluirían delitos como de asesinato serial, violaciones, piromanía, robos de bancos, secuestro y abuso sexual de niños (6).

Para la creación de los perfiles forenses los especialistas se basan en el trabajo combinado de todos los que intervienen en la investigación. Se debe realizar un examen adecuado de todos los aspectos del caso incluyendo los informes de la policía, laboratorio forense, autopsias, fotografías y vídeos, dibujos de la escena del crimen, mapas de las diversas zonas implicadas, e incluso de la impresión de los propios investigadores hasta llegar a los elementos concretos que proporcionen la información necesaria que pueda ser usada en su creación.

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Con la creación de un perfil erróneo se toman decisiones que pueden cambiar el curso de la investigación e incluso provocar la detención de inocentes, derrochar recursos materiales y humanos en una dirección equivocada (5). Los casos más indicados para perfilar son aquellos donde se manifiestan altos grados de psicopatología, en otras palabras, aquellos donde ha habido mucha interacción entre la víctima, el agresor y si la escena en cuestión es inusual, esperable, excesivamente violenta o donde hay un grado significativo de ensañamiento o violencia post mortem (5). La selección correcta de los casos para aplicar esta técnica es el paso más importante para obtener un buen resultado en el perfil criminal.

Un buen resultado de un perfil criminal ofrece al curso de la investigación tomar decisiones más acertadas reduciendo el tiempo, influyendo de manera directa en los resultados.

Las principales aplicaciones que propicia la técnica de la creación de los perfiles forenses son:

- Identificación del autor y eliminación de sospechosos.
- Proporcionar técnicas investigativas con base en la identificación del tipo de criminal.
- Vincular crímenes.
- Provocar al agresor a través de los medios de comunicación.
- Preparación de interrogatorios.
- Justificación de solicitud de otras pruebas (5).

En la investigación criminal existen tres formas de elaborar los perfiles:

1. Perfiles de agresores conocidos, perfil psicológico o método inductivo.
2. Perfiles de agresores conocidos, perfil psicológico o método deductivo.
3. Perfil geográfico(5).

1.1.1. Perfiles de agresores conocidos, perfil psicológico método inductivo

El método inductivo consiste en la caracterización de los agresores conocidos o población carcelaria para extraer características generales; es decir, se parte de lo particular a lo general(5). Para elaborar perfiles de agresores conocidos dentro de una cárcel, se necesita entrevistar a criminales que hayan cometido un crimen muy similar, es recomendable tener toda la información previa de los casos respectivos, para así encontrar características generales, patrones de conducta de estos criminales.

Para obtener estos datos, los investigadores realizan entrevistas de criminales violentos condenados sin posibilidades de salir de la cárcel, para que así brinden amplia información. Además se basan en la

observación conductual y en informes de la conducta del delincuente brindada por otras personas (allegados, víctimas o guardianes penitenciarios). También los investigadores obtendrán información de datos provenientes del expediente judicial y con todas estas fuentes se construye el perfil inductivo. Este perfil se usa para la estrategia de entrevista y testimonios de individuos, determinando si sus características emparejan con las características de una base de datos de una clase de agresores determinada. Este modelo es un gran facilitador de características, pues ofrece premisas con características básicas del agresor que permiten perfilarlo y predecir su comportamiento (5).

1.1.2. Perfiles de agresores conocidos, perfil criminal o método deductivo

El método deductivo se desarrolla haciendo inferencias en el análisis de la evidencia psicológica de la escena del crimen. Se trata de ir de lo general a lo particular; es decir, de premisas generales como la edad del agresor, la raza de la víctima, las agresiones específicas que el criminal hizo a la víctima, como cubrirle la cara o dejar algún tipo de simbología entre otros elementos de la evidencia psicológica, se extraen rasgos del agresor para dar como resultado un perfil particular.

Para realizar este perfil resulta de mucha utilidad hacer comparaciones con las características de otros comportamientos criminales similares de la población conocida (penitenciaria o carcelaria) obtenida mediante el método inductivo (9).

Este método se puede usar como un tipo investigativo y adjudicativo, ya que como primera medida, el análisis de la evidencia conductual puede ser sistemáticamente examinado e interpretado para los hechos del caso, y después de esto puede ser usado para asistir en el proceso que se ponga a disposición en una corte legal (9). El perfil criminal deductivo no implica un individuo específico ni un crimen específico. Puede ser usado para sugerir un tipo de individuo con características psicológicas y emocionales específicas; describe solo las características evidentes en la conducta criminal a la mano, así como las circunstancias de tal conducta.

Los encargados de hacer perfiles deductivos, recopilan información de la escena del crimen para analizarla y poder revelar qué tipo de persona lo cometió. Los casos reales de crímenes no se resuelven por pequeñas pistas, sino por el análisis de todas las evidencias y los patrones del crimen. Este método de creación de perfiles forenses, se basa en la interpretación de la evidencia forense que incluye observar la escena del crimen, tomar fotografías, reportes de autopsia, fotografías de la autopsia, además del

estudio individual del agresor y la víctima partiendo de que los patrones de conducta se deducen las características del agresor, la demografía, emociones y motivaciones (9).

1.1.3. Elaboración del perfil

Para la elaboración del perfil se divide el proceso en tres fases:

- Etapa previa a la elaboración del perfil, que contiene la información del contexto sociocultural donde ocurrió la escena del crimen y la protección de la escena del crimen.
- La segunda fase consiste en realizar un análisis de la víctima, las entrevistas a testigos y obtener información de la escena o lugar de los hechos, para poder clasificar la información según el tipo y estilo de homicidio y la motivación del agresor todo esto para lograr reconstruir el crimen y como objetivo final de esta fase la descripción del perfil criminal.
- En la tercera fase se espera que haya una captura, una confesión y una sentencia condenatoria, posterior a lo cual se retroalimenta todo el proceso confrontándolo con los datos reales (10).

La descripción del perfil criminal.

Un informe de un perfil forense no requiere elementos formales, debe ser preciso, breve y comprensible, reconstruyendo el suceso a partir de las características de personalidad del autor, no tiene carácter probatorio y si indiciario. El perfil no incluye todo y no todos los perfiles tienen la misma información, en resumen y de manera general la información que contiene un perfil es la siguiente:

- La raza del perpetrador.
- El sexo.
- Edad aproximada.
- Estado civil.
- Reacción ante el interrogatorio.
- Grado de madurez sexual.
- Posibilidad de que haya cometido un delito similar en el pasado.
- Posibles antecedentes policiales (10).

1.2. Sistemas que permiten obtener perfiles forenses

1.2.1. CATCHEM

CATCHEM (*Centralized Analytical Team Collating Homicide Expertise and Management*) representa uno de los mejores software de apoyo para la investigación criminal. La base de datos contiene información sobre asesinatos cubriendo más 35 años de muertes, proporcionando guías de búsqueda de cuerpos filtrando información sobre algunos de los sospechosos. Fue creado en sus inicios utilizando información de casos de asesinatos de niños desde el año 1960 donde incluyen las características y los patrones de cada delincuente (10).

Su funcionamiento se basa en introducir un conjunto de evidencias de un suceso delictivo y es capaz de procesar toda la información. Compara los detalles de un crimen en curso con los de casos anteriores guardados en el sistema. Una vez procesada la información y hecha las comparaciones el sistema es capaz de crear un perfil del criminal y proporcionar a los oficiales información como: promedio de edad de un sospechoso, características de su personalidad y una idea de lo cerca que él o ella pueda vivir a su víctima.

El software es muy potente para la investigación criminal en la creación de perfiles forenses. Para resolver los problemas utiliza la información de casos anteriores donde compara la información. Este es un software privativo hecho y utilizado por instituciones policiales en el Reino Unido, por lo que su acceso incluyendo su documentación se encuentra muy limitado para su estudio. Por lo que no existe elementos necesarios para obtener que técnicas o que principios desde el punto de vista informático utiliza en su funcionamiento.

1.2.2. VICAP

VICAP (*Violent Criminal Apprehension Program*) es un software utilizado en Estados Unidos por la Oficina Federal de Investigación (FBI) para el análisis de delitos violentos y sexuales.

Está diseñado para rastrear y correlacionar la información sobre los delitos violentos, especialmente los asesinatos relacionados con agresiones sexuales. El FBI comparte el software con su la base datos para que sea ampliamente utilizado por las agencias estatales y locales del orden público para recopilar información sobre:

- Homicidios resueltos y por resolver, sobre todo los que implica un secuestro.

- Las personas desaparecidas.
- Los casos de agresión sexual (12).

De los casos que se encuentran en estas categorías es necesario recoger toda la información relacionada con el conjunto de evidencias e introducirlas en el sistema. El sistema, de la comparación con otros casos, intenta relacionar con otros casos buscando las conexiones posibles. Es muy útil en la identificación y seguimiento de los asesinos en serie, donde las víctimas podrían estar relacionadas como parte del mismo patrón, que se conoce como "firma" (12).

Este sistema posee el mismo principio de funcionamiento que el CATCHEM. Se basa en introducir un conjunto de evidencias de un suceso delictivo, procesar la información, donde compara los detalles de un crimen en curso con los de casos anteriores guardados en el sistema. Una vez procesada la información el sistema crea un perfil criminal además de detectar y predecir comportamientos de criminales violentos.

Este software al igual que el CATCHEM utiliza la información de los casos anteriores comparándola con casos actuales. Sigue los principios para la creación de perfiles forenses utilizando información anterior para encontrar patrones, esta herramienta se enfoca más en la firma del autor que deja en la escena. Es un software hecho y utilizado por instituciones policiales en el Reino Unido y Estados Unidos como el FBI, por lo que el acceso al software y a su documentación se ve muy limitado para un estudio de las diferentes técnicas que utiliza desde el punto de vista informático.

CATCHEM y VICAP

Estos dos sistemas poseen un mismo principio en su funcionamiento en la creación de perfiles forenses, que consiste en analizar todo el conjunto información recogidas en la escena y compararla de alguna forma con información de casos anteriores. En ninguno de los dos sistemas se puede determinar las técnicas o principios desde el punto de vista informático que utilizan. Los principales aportes a la investigación de estos sistemas son:

- Conocer que en el mundo existen sistemas para la creación de perfiles forense con buenos resultados y que este proceso de crear perfiles forenses es apoyado por herramientas en los lugares donde existe esos sistemas.
- Conocer como es su principio de funcionamiento de forma básica, que será el principal aporte a la investigación.

Estos sistemas como pertenecen a instituciones policiales específicas la comercialización es muy limitada o nula. Existen instituciones policiales con posibilidades económicas que no pueden obtener estos sistemas, privándose de beneficios que aporta a la investigación donde se realiza el proceso de forma manual. Hay lugares que el poseso en la creación de perfiles es apoyado por software policial, realizando filtrados de manera general de la información de casos anteriores, contribuyendo a los especialistas a buscar conexiones posibles entre casos.

Conclusiones parciales.

La creación de perfiles forenses es una técnica importante en las investigaciones criminales. La correcta selección de los casos donde se puede perfilar es fundamental para obtener buenos resultados. En un caso tras la aplicación de la técnica el resultado consiste establecer características del posible autor, lo que contribuye a identificar y simplificar sospechosos aproximando a las investigaciones a esclarecer delitos.

Después de un estudio se logró identificar como funciona el poseso de creación de perfiles. Es fundamental el análisis de la información del conjunto de evidencias dejadas en la escena apoyada de información de casos anteriores en busca de patrones.

Los dos sistemas estudiados en el capítulo son herramientas para la creación de perfiles forenses que siguen un mismo principio de funcionamiento analizando la información de un caso actual comparándola con casos anteriores. Son herramientas privativas hechas para instituciones policiales específicas como el FBI e instituciones policiales del Reino Unido limitando la comercialización. No se pudo tener el acceso a los sistemas ni a la documentación por lo que no se pudo obtener un estudio detallado en que se recoja las técnicas y tecnologías desde el punto de vista informático utilizan. Estas herramientas son protagonistas en las investigaciones en los lugares donde se utilizan por el aporte que brindan con la creación de los perfiles criminales.

CAPÍTULO 2: INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Introducción

La inteligencia humana está presente en el proceso de la creación de perfiles forenses. La rama dentro de la informática que se encarga de modelar el conocimiento es la inteligencia artificial. El presente capítulo se hará un estudio de las técnicas de Inteligencia Artificial con el objetivo de encontrar alguna técnica que se acople para dar una solución.

2.1. Inteligencia Artificial.

La Inteligencia Artificial (IA) es una rama de la investigación científica dentro de la informática que se encarga de modelar la inteligencia humana a través de sistemas computacionales. Utiliza técnicas complejas para tratar que un ordenador simule el proceso de razonamiento humano. Pretende también que el ordenador sea capaz de modificar su programación en función de su experiencia y que aprenda.(2)

2.2. Técnicas de Inteligencia Artificial (IA)

En la actualidad, la IA se está aplicando a numerosas actividades realizadas por los seres humanos y se destacan entre otras las siguientes líneas de investigación científicas: la robótica, la visión artificial, técnicas de aprendizaje y la gestión del conocimiento. Entre las principales técnicas y campos que emplea la inteligencia artificial para dar cumplimiento a estas actividades se encuentran:

- Aprendizaje automático.
- Ingeniería del conocimiento.
- Lógica difusa.
- Redes neuronales artificiales.
- Sistemas reactivos.
- Sistemas multi-agente.
- Sistemas basados en conocimiento.
- Computación evolutiva.
- Estrategias evolutivas.
- Algoritmos genéticos.
- Técnicas de representación de conocimiento.

- Redes semánticas.
- Frame.
- Visión artificial.
- Audición artificial.
- Lingüística computacional.
- Procesamiento del lenguaje natural.
- Minería de datos (1).

De las distintas técnicas de IA se destacan: las redes neuronales, los algoritmos genéticos, la lógica difusa, y los sistemas basados en conocimiento, sobre esta última se estará abordando en epígrafes posteriores.

2.2.1 Sistemas basados en conocimientos (SBC)

En la década del 70 se reconoció que los métodos de solución de problemas generales eran insuficientes para resolver los problemas orientados a aplicaciones. Se determinó que era necesario conocimiento específico sobre el problema, limitado a los dominios de aplicación de interés, en lugar de conocimiento general aplicable a muchos dominios. Este reconocimiento condujo al desarrollo de Sistemas Basados en el Conocimiento (SBC). Los sistemas expertos o basados en el conocimiento, típicos del campo de la IA, no son más que programas para computadoras que simulan las cadenas de razonamiento que realiza un experto para resolver un problema de su dominio. Para conseguirlo, se dota al sistema de un conjunto de principios o reglas que infieren nuevas evidencias a partir de la información previamente conocida.

En términos generales, un SBC puede ser definido como un sistema computarizado que usa conocimiento sobre un dominio para arribar a una solución de un problema de ese dominio (16). Esta solución es esencialmente la misma que la obtenida por una persona experimentada en el dominio del problema cuando se enfrenta al mismo problema.

A los SBC lo caracterizan los rasgos que simplemente son el hecho de duplicar el conocimiento de un experto humano para un dominio específico. Tres conceptos fundamentales relativos a los SBC los distinguen de los programas basados en búsqueda general:

- La separación del conocimiento de cómo éste es usado.

- El uso de conocimiento muy específico del dominio.
- Naturaleza heurística, en lugar de algorítmica, del conocimiento empleado(16).

Ventajas y desventajas de los SBC

Los SBC tienen ventajas y desventajas cuando se comparan con otras soluciones como el software convencional o expertos humanos.

Ventajas:

1. Amplia distribución de experticia escasa.
2. Fácil modificación (conocimiento explícito y accesible).
3. Consistencia en las respuestas (los expertos humanos pueden diferir en sus explicaciones, incluso un mismo experto puede responder de forma diferente en momentos diferentes).
4. Gran accesibilidad (los SBC trabajan las 24 horas todos los días).
5. Preservación de la experticia (constituye una memoria institucional y poseen la capacidad para adquirir nuevo conocimiento y perfeccionar el que poseen).
6. Solución de problemas que incluyen datos incompletos.
7. Explicación de soluciones (justifica sus conclusiones y explica por qué hace una pregunta).
8. Permite evaluar el efecto de las nuevas estrategias añadiendo o modificando conocimiento.
9. Constituye un entrenador en el dominio de aplicación(16).

Desventajas:

1. Las respuestas no siempre son correctas.
2. Conocimiento limitado al dominio de experticia.
3. Ausencia de sentido común.
4. No reconocen el límite de su conocimiento(16).

Sistemas Basados en Conocimientos:

- **Basados en reglas:** Aplicando reglas heurísticas apoyadas generalmente en lógica difusa para su evaluación y aplicación.
- **Basados en redes bayesianas:** Aplicando redes bayesianas, basadas en estadística y el teorema de Bayes.
- **Basados en casos o RBC:** Aplicando el razonamiento basado en casos, donde la solución a un problema similar planteado con anterioridad se adapta al nuevo problema.

2.3. Sistemas basados en reglas (SBR)

Los sistemas expertos basados en reglas utilizan para el proceso de inferencia un conjunto de reglas que constituyen la base de conocimiento del experto. Este conjunto de reglas pueden ser activadas a medida que las condiciones son evaluadas positivamente y su utilización implica la creación de nuevos hechos. Este proceso permitirá a partir de unos hechos iniciales desarrollar un proceso deductivo que concluirá el momento en que no quede ninguna otra regla por utilizar.

Las reglas utilizan un formato IF - THEN para representar el conocimiento, la parte IF de una regla es una condición (también llamada premisa o antecedente), y la parte THEN de la regla es una acción (también llamada conclusión o consecuente) que permite inferir un conjunto de hechos nuevos si se verifican las condiciones establecidas en la parte IF.

Para realizar este tipo de tratamiento es posible hacerlo de dos maneras diferentes, por un lado realizarlo desde las evidencias hasta los objetivos (*data driven* o *forward chaining*) o por otro lado en orden inverso que sería comenzar desde el objetivo hasta llegar al conjunto de evidencias que lo han provocado (*goal driven* o *backward chaining*) (18).

Ventajas de los SBR

- **Modularidad:** Los SBR son altamente modulares. Cada regla es una unidad de conocimiento que puede ser añadida, modificada o removida independientemente de las otras reglas existentes.
- **Uniformidad:** Todo el conocimiento del sistema se expresa en el mismo formato.
- **Naturalidad:** Las reglas son un formato natural para expresar el conocimiento.

Desventajas de los SBR

- Puede existir encadenamiento infinito.
- Adición de nuevo conocimiento que puede resultar contradictorio.
- Ineficiencia ante nuevas evidencias cuando no existan reglas.
- Visión parcial.
- Cubrimiento del dominio.

Aplicación de los SBR en la creación de perfiles forenses

Los SBR tienen grandes ventajas en cuanto a naturalidad, uniformidad y modularidad, pero se tiene que realizar un estudio para seleccionar el dominio en que aplicarlo para obtener buenos resultados. El estudio del tema de la técnica de los perfiles forenses dentro de la investigación criminal refleja que el resultado no es probatorio y que no existe un criterio único para el análisis de la información, en general lo que se realizan comparaciones con casos anteriores y a partir de ahí encontrar patrones para lograr los resultados. Se pueden dar casos que a partir de un mismo conjunto de información se pueden obtener diferentes resultados y todos correctos, la probabilidad del perfil describe este aspecto. A partir de reglas se puede modelar este dominio de conocimiento pero resultará complejo cubrir el conocimiento, ya que pueden existir nuevas situaciones que aportarán nuevos conocimientos lo que representaría para el sistema nuevas reglas y añadirlas puede resultar complejo porque hay que tener en cuenta todas las anteriores para no modificar o contradecir alguna.

2.4. Sistemas basados en redes bayesianas

Es un sistema de conocimiento conocido también como sistema experto basado en probabilidades (SBP), basa su funcionamiento como su nombre propio indica en las redes bayesianas. Trata de un modelo probabilístico que relaciona un conjunto de variables aleatorias mediante un grafo dirigido. El motor de inferencia que utiliza para procesar las evidencias se basa en la teoría de probabilidades y más concretamente con el Teorema de Bayes. Este método es especialmente una herramienta extremadamente útil en la estimación de probabilidades ante nuevas evidencias (18).

Los SBP están constituidos por dos elementos fundamentales. La Base de Conocimientos (BC) que se estructura como un espacio probabilístico y La Máquina de Inferencia (MI) que se basa en el cálculo de las probabilidades condicionales (18).

La base de conocimientos en los SBP

El centro de los SBP lo constituye el espacio probabilístico (BC). Se conforma con la frecuencia de aparición de los objetos de cada conjunto (intersección de clases y rasgos). Se puede trabajar con rasgos binarios (más sencillo y se almacenan menos frecuencias) o con rasgos múltiples. La BC se crea a partir de un conjunto de ejemplos (18).

Los SBP en la creación de perfiles forenses.

Los SBP utilizan mucha información numérica por un por lo que no tiene mucha relación para su aplicación e la creación de perfiles forenses.

2.5. Razonamiento basado en casos (RBC)

Razonamiento basado en casos (RBC), en sentido amplio, es el proceso de resolución de nuevos problemas sobre la base de las soluciones de problemas similares del pasado. Un mecánico que arregla un motor recordando otro motor que presentaban síntomas similares está usando razonamiento basado en casos. Un abogado que defiende un determinado resultado en un juicio basado precedentes o un juez que crea jurisprudencia está usando razonamiento basado en casos. Razonamiento basado en casos es una especie importante de la analogía de decisiones.

El razonamiento basado en casos no sólo es un poderoso método para razonar, sino también un comportamiento generalizado en los humanos para la resolución de problemas, o más radicalmente, que todo razonamiento se basa en casos anteriores experimentados personalmente.

El **Razonamiento Basado en Casos** (RBC) representa un método para resolver problemas no estructurados, en el cual el razonamiento se realiza a partir de una memoria asociativa que usa un algoritmo para determinar una medida de semejanza entre dos objetos. Debe destacarse que es una técnica, en la cual la memoria se sitúa como fundamento de la IA y más concretamente de los sistemas basados en el conocimiento (19).

2.6.1 Proceso del Razonamiento Basado en Casos

El razonamiento basado en casos se ha formalizado con fines de razonamiento en equipo como un proceso de cuatro pasos:

1. **Recuperar:** Dado un problema, se recuperan los casos más similares de la Base de Casos. Un caso es un problema anterior con su solución.

2. **Reutilizar:** Extraer la solución del caso seleccionado para utilizarla. Esto puede implicar adaptar la solución a la nueva situación.
3. **Revisar:** Se debe analizar si la nueva solución es aceptable y si es necesario revisarla.
4. **Retener:** Después de haber aplicado la solución con éxito, se debe almacenar la experiencia como un nuevo caso en la Bases de Casos(19).

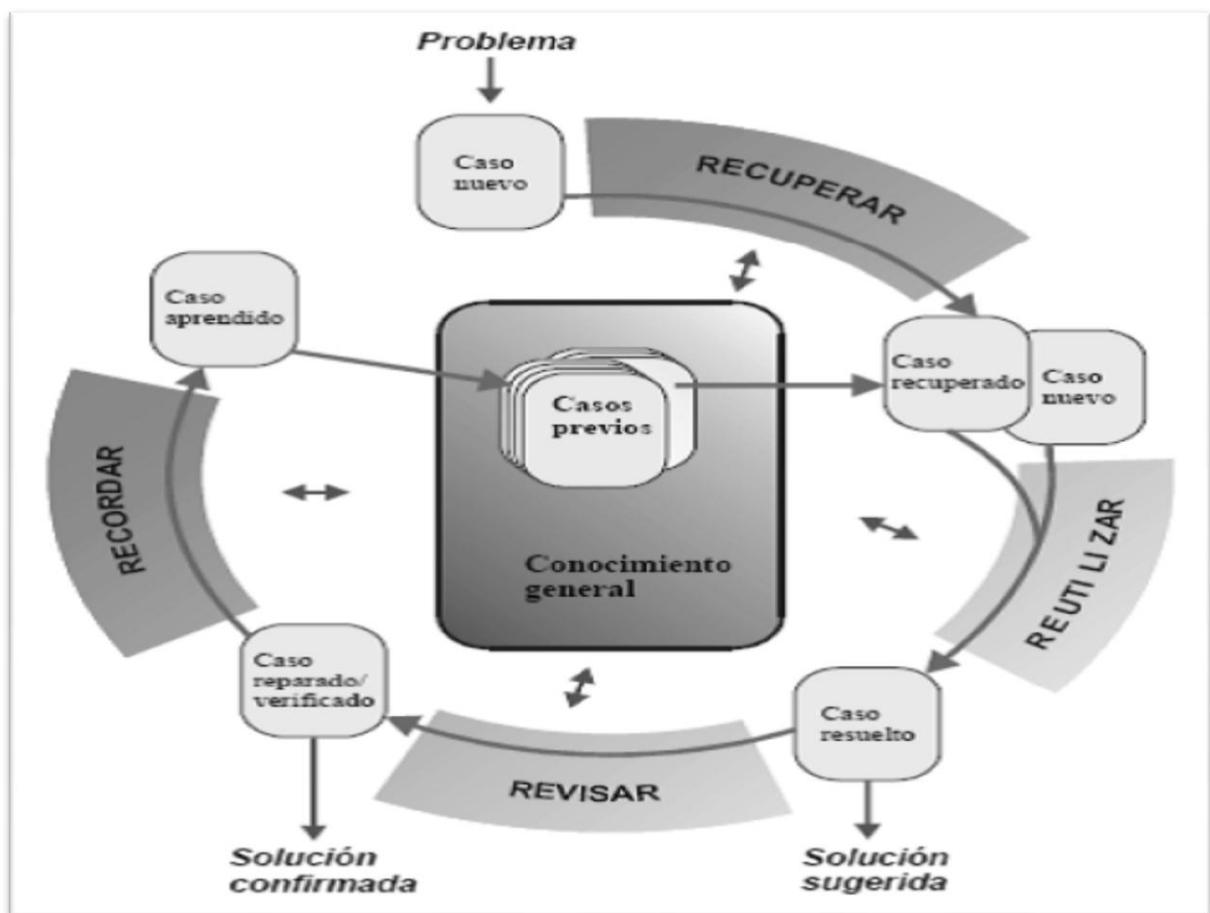


Figura 1. El ciclo del RBC

Por lo tanto, para utilizar RBC es conveniente disponer de casos de éxito para diferentes problemas y conocer los diferentes factores que influyen en la solución. Luego será necesario tener un conocimiento sobre el dominio que permita evaluar y mejorar las soluciones propuestas.

2.6.2 Estructura de los sistemas de razonamiento basado en casos

Los sistemas de razonamiento basado en casos constituyen una manera inteligente y flexible de guardar y recuperar información. En cumplimiento de este objetivo incluyen tres componentes principales: **la base de conocimiento** (contiene el conocimiento y las experiencias de los expertos en un determinado dominio), **el motor de inferencia** (es el mecanismo que obtiene las conclusiones de la base de conocimiento mediante procesos de búsqueda) y la **interfaz visual** a través de la cual los expertos introducen el conocimiento por medio de casos (17).

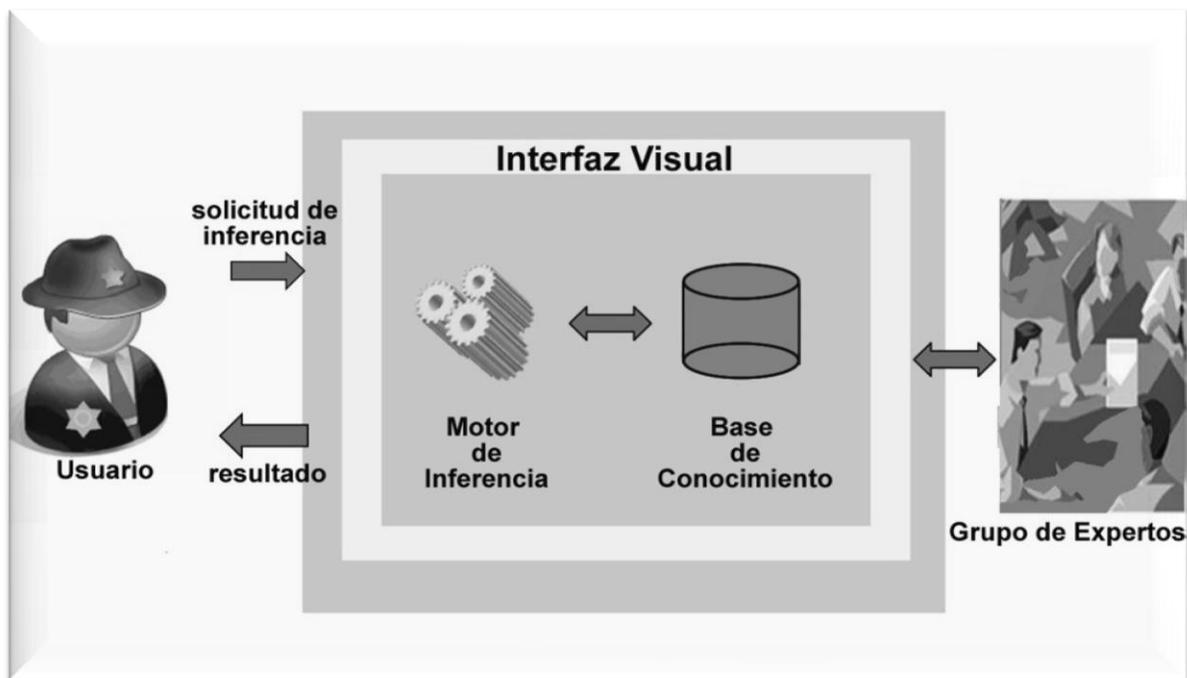


Figura 2. Estructura de los sistema RBC

2.6.3 Estructura y representación de los Casos.

La base de conocimiento está compuesta por casos. En la terminología RBC, se puede definir un caso como una situación de un problema. Es decir, un caso es la definición completa, clara y precisa de las características de un problema particular que lo distinguen de entre otros problemas, además de las

acciones que se deben tomar para su corrección. Cada caso está compuesto por un nombre y una lista de características con sus valores. De esta manera, una situación previamente experimentada, que ha sido capturada y aprendida de manera que pueda ser reutilizada para resolver futuros problemas, se denomina un caso previo, caso almacenado ó caso guardado. Así, un caso nuevo ó un caso sin resolver no es más que la descripción de un problema nuevo a resolver (donde “resolver” puede ser desde justificar o criticar una solución propuesta, a interpretar el problema, generar un conjunto de soluciones posibles ó generar expectativas de datos observados) (17). Independientemente de la representación que se elija para representar un caso siempre se debe tener en cuenta que la información que almacena cada uno de ellos debe ser relevante tanto para el propósito del sistema como para asegurar que siempre será elegido el caso más apropiado para solucionar un nuevo problema en un determinado contexto.

El motor de inferencia contempla un conjunto de algoritmos que posibilitan el análisis de la información contenida en la base.

La interfaz visual posibilita a los expertos, de una forma interactiva y amigable, introducir en la base de casos todo el conocimiento y las experiencias acumuladas sobre el tema en cuestión. También es el componente a través del cual el usuario solicita al razonador que haga la búsqueda que requiere. Estas partes esenciales en el diseño de un Sistema Basado en Conocimientos se interrelacionan entre sí para obtener las conclusiones necesarias en la resolución del problema en estudio logrando que el sistema diseñado pueda emular el comportamiento del experto en ese dominio específico(17).

2.6.4 Formas de organización de la base de casos. Modelos de Memoria

La base de casos, puede definirse como una base de datos de casos, donde se almacena gran cantidad de información que debe ser extraída de forma eficiente. Para lograrlo se definen diversas maneras de organización de la base de casos, en dependencia de la forma de almacenamiento y tipo de búsqueda. Entre las formas de organización más comúnmente utilizadas, se destacan:

- Organización plana.
- Organización Jerárquica.

Organización Plana

Los casos se almacenan secuencialmente en una lista simple, un arreglo o un fichero. Para lograr una recuperación eficiente, se indexan los casos de la base. En este método los índices se eligen para representar los aspectos importantes del caso y la recuperación involucra comparar las características consultadas con cada caso de la base de casos, es decir, la búsqueda se realiza en serie haciendo un recorrido por todos los casos. Este tipo de organización presenta la ventaja de que añadir nuevos casos resulta rápido y fácil de implementar. No ocurre así con la recuperación de casos, ya que resulta muy lento cuando el número de casos en la base es alto.

Organización Jerárquica

Los casos se agrupan en categorías para reducir el número de casos a buscar en una consulta.

a) Redes de características compartidas

Los casos se almacenan en un árbol o en un grafo acíclico directamente. El grafo subdivide el espacio de casos de acuerdo con los atributos que les caracterizan (clustering). Las características comunes ocupan nodos del grafo de donde cuelgan los casos que las comparten. La mayoría de los sistemas tienen alguna especie de umbral relativo al número de casos que debe compartir el valor de una característica, de modo que se justifique su posición en un nodo.

Este procedimiento es computacionalmente más caro, ya que la base requiere un mayor espacio de almacenamiento y su actualización resulta más compleja ya que requiere generalmente modificar una parte de la red. Por otra parte, el diseño y mantenimiento de la red óptima es costoso. Los casos recuperados dependen del contenido de los nodos: la jerarquía establecida debe responder a la importancia de las características. El algoritmo de búsqueda del caso que mejor se ajusta al de entrada es también sencillo (19).

b) Redes de discriminación con prioridades

Los tipos de sistema anteriores no resuelven el problema de búsqueda cuando la entrada está incompleta. En las redes de discriminación con prioridades cada nodo contiene una pregunta para la cual los subnodos correspondientes ofrecen respuestas alternativas. Las preguntas más importantes se formulan primero, situándose más arriba en la jerarquía. Así como las redes de características compartidas, las

redes de discriminación subdividen el conjunto de casos y comparten la mayoría de las ventajas y desventajas de esta técnica. La formulación de preguntas puede implementarse más eficientemente que el emparejamiento en cada subnodo. Al mismo tiempo, separar los atributos de sus valores particulares hace más fácil identificar qué atributos han resultado más útiles para la caracterización del caso. Las desventajas que plantean son las mismas que las de las redes de características compartidas: algunos casos significativos pueden ignorarse si la ordenación de las preguntas no es la óptima (19).

c) Redes de discriminación redundante o modelos de memoria dinámica

Las redes de discriminación redundantes resuelven este problema organizando los casos mediante varias redes de discriminación, cada una con una ordenación diferente de las preguntas. La variedad más común de las redes redundantes incluye en su organización las propiedades de las redes de características compartidas para mantener su tamaño bajo control. Este modelo de memoria dinámica es el más implementado por la mayoría de sistemas RBC. El modelo de memoria dinámica fue desarrollado a partir de la teoría general de paquetes de organización de memoria, donde la memoria de casos es una estructura jerárquica de episodios generalizados (EG). La idea básica es organizar los casos que comparten propiedades similares en una estructura más general (el episodio generalizado). Un EG contiene tres tipos de objetos: normas, casos e índices. Las normas son características comunes a todos los casos indexados bajo un EG. Los casos, que hacen referencia a la situación planteada. Los índices, que son las características que diferencian a los casos de un EG.

d) Modelo categorías-ejemplares

La memoria se compone de una red de estructuras y categorías, semánticas, relaciones, casos y punteros índices. Cada caso se asocia a una categoría. Un índice puede apuntar a un caso o a una categoría, pudiendo ser de tres tipos: enlaces de atributos, desde los descriptores de un problema a los casos o a las categorías, punteros de caso desde una categoría hasta sus casos atribuidos, punteros de diferencias desde un caso hasta los casos vecinos más próximos, con pequeñas diferencias entre ambos. La búsqueda de casos se realiza recorriendo las características del problema hasta obtener los casos o categorías con mayor semejanza. La inserción de casos se realiza buscando la categoría o categorías donde debe insertarse (19).

2.6.5 Importancia del razonamiento basado en casos.

En una situación ideal, un sistema inteligente es tal que se comporta en la misma forma que lo haría un experto humano, presentando ciertas ventajas respecto al humano. La potencia de un sistema inteligente se basa más en una gran cantidad de conocimiento que en un formalismo deductivo muy eficaz. La idea que se persigue cuando se construye un Sistema RBC es la de automatizar la labor del experto, partiendo en ocasiones de información insuficiente o incompleta. Teniendo esto en cuenta, se puede aseverar que un sistema de conocimientos basado en casos no es un sistema pensado para reemplazar al experto humano sino un sistema pensado para ayudar al experto humano en la toma de decisiones y además supone una descarga del experto en el trabajo rutinario y, por lo tanto, la reducción de sus problemas. El uso de Sistemas del RBC es especialmente recomendado en las siguientes situaciones:

- Cuando los expertos humanos son escasos en determinada materia.
- En situaciones complejas, donde la subjetividad humana puede llevar a conclusiones erróneas.
- Cuando sea muy elevado el volumen de datos que ha de considerarse para obtener una conclusión.
- En situaciones deterministas, en las que las conclusiones se obtienen aplicando un conjunto de reglas dado. (2)

El Razonamiento Basado en Casos promete ser una herramienta poderosa para la solución de problemas disímiles. Es por ello que constituyen en la actualidad un activo campo multidisciplinar, en el que confluyen investigadores procedentes de muy diferentes áreas, como la electrónica, física, matemáticas, biología o psicología, entre otras (2).

Ventajas de su uso.

Estos sistemas han demostrado ser herramientas muy útiles en gran cantidad de situaciones. Las ventajas o razones que suponen su uso han motivado el enorme crecimiento de este campo. Algunas se exponen a continuación:

- Aglomerar en un mismo lugar el conocimiento de muchos expertos en una materia dada.
- Reducción en la dependencia de personal clave. Esto se debe a que los conocimientos del personal especializado son retenidos durante el proceso de aprendizaje, y están listos para ser

utilizados por diferentes personas. Esto es útil cuando la experiencia es escasa o costosa, o bien, cuando los expertos no se encuentran disponibles para la solución de un problema en particular.

- Recordar la experiencia previa lo cual es particularmente útil para evitar la repetición de errores que en que se ha incurrido en el pasado, pues es posible alertar al razonador para que tome las medidas que eviten la repetición de errores anteriores.
- Posibilitan diagnosticar fallos con mayor rapidez.
- Facilita el entrenamiento del personal, ya que amplía de forma más rápida los conocimientos de los especialistas y puede ayudar de manera importante, y a costo menor, a la capacitación y adiestramiento del personal sin experiencia.
- Pueden obtener conclusiones y resolver problemas de forma más rápida que los expertos humanos. Son de gran valor en la situación donde el tiempo juega un papel crítico.
- Otra ventaja es que el RBC es un enfoque comprensible, ya que se asemeja a la forma en que resolvemos los problemas de la vida real: basamos nuestras decisiones en experiencias (buenas y malas), lo que permite que el sistema vaya aumentando su eficiencia al pasar el tiempo. (20)
- Transferencia de la capacidad de decisiones. Un RBC puede facilitar la descentralización de datos en el proceso de la toma de decisiones en aquellos casos que se consideren convenientes. Así, el conocimiento de un experto puede transferirse a varias personas, de tal forma que las decisiones sean tomadas en el nivel más bajo.
- Lograr el aprendizaje que tiene lugar a partir de la información almacenada correspondiente a casos que fueron previamente resueltos exitosamente o no.
- Ofrecer soluciones a nuevos casos a partir del análisis de un razonador que interactúa con bases de casos.
- Reducen la tarea de adquisición del conocimiento. Eliminando la tarea de extraer de un modelo o de un conjunto de reglas, como en los sistemas basados en modelos/reglas, la tarea de adquisición de conocimiento basado en un razonador basado en casos consiste en una representación de experiencias/casos almacenados junto a su representación y solución.
- Provee un medio de justificación. El razonamiento basado en casos puede dar un caso previo y una solución (con éxito) de forma que puede utilizarse para convencer al usuario o para justificar una solución propuesta al problema actual. Si el usuario deseara una medida de calidad de la

solución, el sistema podría cuantificar cuanto éxito tuvo el caso pasado y que grado de similitud hay con el caso actual y el pasado.

- Permite hacer predicciones del posible éxito de una solución propuesta. Cuando la información se almacena teniendo en cuenta el nivel de éxito de las soluciones previas, el razonador basado en casos puede ser capaz de predecir el éxito de una solución propuesta para el problema actual. Obviamente, el razonador tendrá en cuenta no sólo esos niveles de éxito almacenados sino las diferencias entre el caso ó casos recuperados y la situación actual (19).

Desventajas

Pero no todo son ventajas cuando de Sistemas de Razonamiento Basado en Casos por lo que existen desventajas:

- La tendencia a usar los casos previos ciegamente, confiando en la experiencia previa sin validarla con respecto a la nueva situación.
- Los casos previos pueden predisponer demasiado al razonador a la hora de resolver el nuevo problema.
- Es común, que normalmente no se disponga del conjunto de casos más apropiado para el tratamiento de un problema concreto.
- Confiar en experiencias previas sin validar puede generar soluciones y evaluaciones ineficientes o incorrectas.
- La recuperación de casos inapropiados puede costar un tiempo considerable o llevar a errores muy costosos, que podrían ser evitados por métodos más incrementales (19).

Conclusiones parciales.

Después de un análisis de diferentes sistemas basados en conocimiento se selecciona los sistemas basado en casos por las facilidades que ofrece que es la única técnica al utilizar la experiencia para la resolución de problemas. Los sistemas RBC en el campo que se apliquen son de gran apoyo a la toma de decisiones, reportando una serie de beneficios en cuanto al incremento en la velocidad del procesamiento de datos, aumento en la productividad, ahorro de tiempo, lo que reduce los costos a lo largo del proceso donde se apliquen, así como brindar una gran capacidad de almacenamiento de información es decir el conocimiento de varios expertos en dicho campo. El estudio detallado del tema de perfilación forense

demostró que para aplicarlo es un proceso muy parecido a la técnica seleccionada, es decir utiliza la experiencia de casos anteriores de investigación criminal donde se recoge la información de un caso y se compara con anteriores obteniendo así resultados. La combinación de estas dos técnicas en un sistema inteligente para la creación de perfiles forenses puede contribuir a mejorar los resultados en esa rama ya que actúan de manera similar, por lo que modelar la base de conocimientos es el la pieza fundamental dentro de sistema.

Para la modelación de la base de conocimiento es necesario modelar los casos, que constituyen la pieza fundamental del conocimiento. Los casos son una descripción clara y precisa de un problema con su solución en un dominio determinado. Obtener una descripción de los casos para la creación de perfiles forenses se convierte en un reto en la investigación.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Introducción.

El presente capítulo tiene como objetivo principal modelar la base de casos de un sistema RBC para la creación de perfiles forenses. Se aplicarán los conocimientos estudiados en capítulos anteriores, entre los que se destacan de las técnicas de IA y conceptos básicos de la técnica de la creación de perfiles forenses. Por la magnitud de la investigación se enfocará a la creación de perfiles forenses en homicidios.

3.1. Descripción de la base de casos

Partiendo de la definición de casos expuesta en capítulos anteriores la investigación se enmarcará en la creación de una estructura según la necesidad de la técnica de la creación de perfiles forenses. Cada caso está compuesto por los rasgos característicos, que son los elementos propios que representarán el conocimiento. Los rasgos se dividen en rasgos predictores y rasgos los objetivos. La obtención de rasgos predictores se obtiene de los elementos o conjunto de evidencias que se encuentran en la escena del crimen. La recopilación de la información que proporcionan estas evidencias es vital en el proceso de creación de los perfiles forenses: el conjunto de evidencias e información se obtiene del estudio de:

- Información del contexto sociocultural donde ocurrió le escena del crimen.
- Análisis y /o entrevista de la víctima.
- Información de la escena o lugar de los hechos.
- Evidencia forense y de conducta.
- El análisis del lugar de los hechos.
- Criterios de clasificación de la información del delito.
- Tipo y estilo de homicidio.
- La intención primaria del asesino.
- El riesgo para el agresor.
- La escalada del crimen
- Violencia expresiva y violencia instrumental.

A partir de estos elementos se recoge la información que el usuario debe entrar al interactuar con la base de casos. Los rasgos deben estar lo más concreto posible para que se puedan comparar con facilidad.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Los elementos antes expuestos de manera general se desglosan lo mejor posible dando lugar a los rasgos predictores:

Rasgos predictores	Posibles Valores
Contexto sociocultural del lugar del crimen idiosincrasia: nivel cultura.	Alto, bajo, medio.
Contexto sociocultural del lugar del crimen: idioma predominante.	Inglés, español, alemán, francés, italiano. etc.
Contexto sociocultural del lugar del crimen: religión predominante.	Cristianismo, catolicismo, Islamismo, Budismo, Hinduismo, Religión tradicional china, religiones afrocubanas, otras.
Contexto sociocultural del lugar del crimen: raza predominante.	Blanca, negra, mestiza, mogol.
Contexto sociocultural del lugar del crimen: situación económica.	Pobre, media, rica.
Contexto sociocultural del lugar del crimen: índices criminales.	Alto, bajo, medio.
Autopsia psicológica de la víctima. Reputación en el trabajo.	Buena, mala, regular.
Autopsia psicológica de la víctima Reputación en el vecindario.	Buena, mala, regular.
Autopsia psicológica de la víctima. Ropa del día del incidente.	Formal, informal, deportiva.
Autopsia psicológica de la víctima. Estado civil.	Soltero (a), casado (a), separado (a), divorciado (a), viudo (a).

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Autopsia psicológica de la víctima. Cantidad de hijos.	1,2,3,...n
Autopsia psicológica de la víctima. Nivel de educación.	Primaria, secundaria, bachiller, universitario.
Autopsia psicológica de la víctima. Situación económica.	Mala, regular buena,
Autopsia psicológica de la víctima. Historial médico.	Saludable, enfermo.
Autopsia psicológica de la víctima. Historial psicológico.	Tiene, no tiene.
Autopsia psicológica de la víctima. Hábitos sociales	Sí, no.
Autopsia psicológica de la víctima. Uso de sustancias psicoactivas,	Sí, no.
Autopsia psicológica de la víctima. Amigos	Sí, no.
Autopsia psicológica de la víctima. Enemigos	Sí, no.
Autopsia psicológica de la víctima. Cambios recientes en su estilo de vida,	Sí, no.
Autopsia psicológica de la víctima. Antecedentes.	Sí, no.
Autopsia psicológica de la víctima. Edad.	1,2,3,4,5,...n
Información de la escena. Los materiales que se usaron.	Armas de fuego, armas blancas, sogas.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Información de la escena. Los actos preventivos.	Sí, no.
Información de la escena: el arma.	Arma de fuego, arma blanca, etc.
La firma del autor.	Sí, no.
La forma de cubrirle la cara a la víctima.	No, sabana, arma homicida, prenda de vestir, con objetos, otros.
Existe agresión sexual.	Sí, no.
Tipo y estilo de homicidio: dimensión del homicidio.	Simple, doble, múltiple.
Tipo y estilo de homicidio: clasificación.	Familiar, simple
Tipo y estilo de homicidio: tipo de homicida.	Spread munder, asesino en serie.
Riesgo para el agresor.	Bajo, medio, alto
Violencia expresiva: métodos.	Golpes, insultos, gritos, fuerza bruta etc.
Violencia expresiva: grado manifestado.	Baja, media, alta
Violencia instrumental: instrumental usado.	Sogas, cintas adhesivas, alambres, cables, esposas, cuchillos, navajas, palos, tubos etc

Tabla 1. Rasgos predictores con sus posibles valores

Todos estos rasgos predictores reúnen un conjunto de evidencias propias de la investigación criminal. A partir de estas se obtienen las características del presunto autor que no son más que el perfil forense, que en la base de casos serán los rasgos objetivos.

Rasgos Objetivos
La raza del perpetrador.
El sexo.
Edad aproximada.
Estado civil.

Reacción ante el interrogatorio.
Grado de madurez sexual.
Posibilidad de que haya cometido un delito similar en el pasado.
Otras características que se pueden añadir

Tabla 2. Rasgos objetivos

3.2. Mapa conceptual

Para tener una mayor noción de cuáles serían las relaciones que tendrán cada uno de los rasgos representados en la base de conocimiento, fue necesario realizar la abstracción del conocimiento mediante el apoyo de un mapa conceptual representado en la Figura 3. Se hizo la representación de los elementos que se estudian en la escena de manera general por la cantidad de rasgos que se desglosan de ellos.



Figura 3. Mapa conceptual del Caso

Formas de organización de la base de casos.

A partir de la identificación de los rasgos se propone representar el caso de manera lineal. El caso quedaría estructurado de la siguiente manera:

Rasgos predictores	Representación del caso
	Contexto sociocultural del lugar del crimen idiosincrasia nivel cultura.
	Contexto sociocultural del lugar del crimen: idioma predominante.
	Contexto sociocultural del lugar del crimen: religión predominante.
	Contexto sociocultural del lugar del crimen: raza predominante.
	Contexto sociocultural del lugar del crimen: situación económica.
	Contexto sociocultural del lugar del crimen: índices criminales.
	Autopsia psicológica de la víctima .Reputación en el trabajo.
	Autopsia psicológica de la víctima Reputación en el vecindario.
	Autopsia psicológica de la víctima. Ropa el día del incidente.
	Autopsia psicológica de la víctima. Estado civil.
	Autopsia psicológica de la víctima. Cantidad de Hijos.
	Autopsia psicológica de la víctima. Nivel de educación.
	Autopsia psicológica de la víctima. Situación económica.
	Autopsia psicológica de la víctima. Historial médico.
	Autopsia psicológica de la víctima. Historial psicológico.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Autopsia psicológica de la víctima. Hábitos sociales.
Autopsia psicológica de la víctima. Uso de sustancias psicoactivas.
Autopsia psicológica de la víctima. Amigos.
Autopsia psicológica de la víctima. Enemigos.
Autopsia psicológica de la víctima. Cambios recientes en su estilo de vida.
Autopsia psicológica de la víctima. Antecedentes.
Autopsia psicológica de la víctima. Edad.
Información de la escena. Los materiales que se usaron.
Información de la escena. Los actos preventivos.
Información de la escena: el arma.
La firma del autor.
La forma de cubrirle la cara a la víctima.
Existe agresión sexual.
Tipo y estilo de homicidio: dimensión del homicidio.
Tipo y estilo de homicidio: clasificación.
Tipo y estilo de homicidio: tipo de homicida.
Riesgo para el agresor.
Violencia expresiva: métodos.

	Violencia expresiva: grado manifestado.
	Violencia instrumental: instrumental usado.
Rasgos objetivos	El sexo.
	Edad aproximada.
	Estado civil.
	Reacción ante el interrogatorio.
	Grado de madurez sexual.
	Posibilidad de que haya cometido un delito similar en el pasado.
	Otras características que se pueden añadir

Tabla 3. Representación del caso

De esta manera queda definido el caso. Los rasgos predictores que representan el conjunto de evidencias se convierten en el problema, y a partir de él se debe obtener una solución de problemas anteriores similares ya almacenados. A partir de aquí comienza el proceso RBC de cuatro fases. Primero la recuperación, luego la reutilización que incluye la adaptación de la solución, después se revisa si es correcta esta solución y por último se almacena el problema nuevo con su solución.

Se debe tener en cuenta que existen rasgos más relevantes que otros, eso está en dependencia de la importancia que aporta a la creación de perfiles forenses. Una actividad a tener en cuenta es definir los pesos de significación o importancia de los rasgos predictores, que estará asesorada por un especialista en el tema. Definir los pesos incide directa y sensiblemente en la función de similitud, por lo que se debe prestar mucha atención al valor asignado a cada uno de ellos.

3.3. Recuperación.

El proceso de recuperación pertenece al motor de inferencia y ocupará un papel fundamental dentro del RBC. Para la recuperación de casos se utilizará el método del K - vecino más cercano (K-NN). Se propone

utilizar un vector de semejanza que es el resultado de obtener la similitud de los rasgos de manera individual para llegar a una medida de similitud global (21), vector de semejanza se propone que los valores se encuentren entre cero y uno para uniformizar los valores en dependencia de los tipos de variables que puede utilizar.

Funciones de semejanza entre atributos.

La selección de un caso semejante a un nuevo problema entre un grupo de casos almacenados, exige el uso de alguna herramienta que indique cuán semejantes son los casos analizados. Una medida que determine el grado de proximidad entre los casos, se conoce como "medida de semejanza". En términos matemáticos esto significa definir un espacio métrico entre los casos x e y . Se plantea que debe cumplirse que exista una función $d(x, y)$ real no negativa y un conjunto U , tal que se cumplan las siguientes condiciones.(22):

Siendo $d(x, y), U \in \mathbb{R}^+, \forall x, y \in U$ se cumple:

$$d(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y \text{ (Axioma de la separación)}$$

$$d(x, y) = d(y, x) \text{ (Axioma de la simetría)}$$

$$d(x, y) \geq 0 \Leftrightarrow x \neq y$$

$$d(x, y) + d(y, z) \geq d(x, z) \text{ Para } z \in U \text{ (Desigualdad triangular)}$$

Si $d(x, y)$ es una función de distancia, cuantifica el valor de semejanza de forma inversa, es decir, mientras menor sea la distancia, mayor será la semejanza entre los casos(23).

3.3.1 Función de semejanza para atributos numéricos.

Distancia de Manhattan

La distancia absoluta, (llamada de Manhattan o de City Block) que se representa como la diferencia absoluta sobre todas las dimensiones. En la mayoría de las aplicaciones, esta genera resultados similares a la distancia euclidiana¹, pero con más bajo nivel computacional. Está dada por la siguiente expresión:

$$d(x, y) = |x - y|$$

¹Es la distancia "ordinaria" entre dos puntos de un espacio.

Esta función retorna valores en dependencia del valor de sus parámetros, por lo que para lograr que su resultado se ajuste al rango propuesto se debe ajustar de la siguiente forma:

$$d(x, y) = \left| \frac{x - y}{r_{m\acute{a}x} + r_{m\acute{i}n}} \right|$$

Donde $r_{m\acute{a}x}$ y $r_{m\acute{i}n}$ son los valores de rango máximo y mínimo respectivamente del conjunto de valores existentes.

3.3.2 Funciones de semejanza para atributos nominales y textuales.

Cuando los atributos son simbólicos o nominales, la forma tradicional de adaptar el método del vecino más cercano es recurrir a una métrica general, la cual cuenta el número de atributos que tienen valores diferentes para los casos. Una de estas distancias es la distancia de Hamming.

Para el cálculo de la similitud de los atributos en forma de descripciones textuales, se realiza una normalización del texto, agregando al modelo de datos una tabla en la cual se almacenen un conjunto de palabras que no reporten interés a la descripción sobre las cuales no se procede a realizar cálculo alguno. Según algunos estudios sobre el tema (24)(25), se propone que estas sean fundamentalmente artículos gramaticales (determinados: él, la, los, las; indeterminados: un, una, unos, unas; neutro: lo; y contracto: al, del), proposiciones, signos de puntuación, entre otros. Se procede a realizar un filtro en el cual quedan eliminados del atributo textual los elementos (tokens) anteriores, quedando una descripción textual más depurada para el cálculo de similitud. Con esta representación se elaboran vectores de representación del texto y se lleva cabo el cálculo de la medida de distancia entre vectores (26).

El empleo de una técnica llamada *stemming*, la cual es un método para reducir una palabra a su raíz basándose en remover sufijos o prefijos de una palabra (26)(27). El algoritmo más común para *stemming* es el algoritmo de Porter (28). Existen además métodos basados en análisis lexicográfico y otros algoritmos similares (KSTEM, *stemming* con cuerpo, métodos lingüísticos, entre otros)(29).

Distancia de Hamming para atributos nominales.

Para obtener la semejanza entre los casos, se cuenta el número de atributos diferentes. Por ejemplo sean 2 vectores de 4 componentes:

$c_1 = (a, b, a, c)$ y $c_2 = (a, d, a, c)$

La distancia entre c_1 y c_2 es 1.

Esta distancia también puede ser utilizada cuando todos los atributos son booleanos. La cantidad de atributos que tienen en común los ejemplos, indican los valores de semejanza. Los casos con mayor cantidad de atributos iguales, serán los más semejantes. Esta distancia es utilizada en otras aplicaciones como el análisis de los códigos de errores.

Distancia de Jaccard.

La similitud Jaccard compara dos conjuntos de tokens (palabras), en cuanto a la cantidad de tokens que está presente en cada uno por sobre la cantidad total de ellos en ambos conjuntos (30).

$$D(X, Y) = \frac{(|X \cap Y|)}{(|X \cup Y|)}$$

Donde X e Y representan los conjuntos de palabras antes mencionados.

3.3.3 Función de semejanza para atributos ordinales.

Partiendo de que los atributos ordinales son variables que presentan modalidades no numéricas cuyos valores representan una categoría o identifican un grupo de pertenencia contando con un orden lógico. Existen algunos rasgos predictores que se encuentran dentro de esta clasificación entre los que se destaca:

- Contexto sociocultural del lugar del crimen: índices criminales.
- Autopsia psicológica de la víctima. Reputación en el trabajo.
- Autopsia psicológica de la víctima Reputación en el vecindario.

En estos casos se cumple que los valores que le anteceden o le siguen son semejantes ejemplo:

El rasgo Autopsia psicológica de la víctima. Historial médico, tiene los posibles valores: Mala, buena, regular. Y se cumple que:

- Mala y regular son semejantes.
- Regular y buena son semejantes.
- Mala y buena no son semejantes.

Estos valores como siguen un orden, los valores llamados antecesor y sucesor son semejantes. Utilizando el valor del orden que poseen o asociando un valor al orden, se puede aplicar la función Distancia de Manhattan para estos casos:

$$d(x, y) = |x - y|$$

Donde y y x representan el orden que poseen en el atributo ordinal. Y son semejantes siempre que la distancia sea 1.

3.3.4 Función de semejanza.

De manera general las funciones de los distintos atributos quedan definidas de la siguiente manera:

- Atributos numéricos: Manhattan ajustada,
- Atributos nominales: Hamming.
- Atributos textuales: Distancia de Jaccard.
- Atributos ordinales: Distancia de Manhattan

Para calcular la distancia entre casos se utilizara la siguiente fórmula(32):

$$f(W, D(X, Y)) = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i D(X(x_i), Y(y_i)))}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

Siendo w_i el nivel de importancia, significación o peso de cada atributo $X(x_i)$ en el vector de representación del caso X , o de los atributos previamente seleccionados, debe ser numérico.

Para el caso particular en que cada $w_i \in [0,1]$ y se cumpla que $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, entonces la ecuación queda definida como:

$$f(W, D(X, Y)) = \sum_{i=1}^n (w_i D(X(x_i), Y(y_i)))$$

La distancia $D(X(x_i), Y(y_i))$ se calcula de manera heterogénea según el tipo de atributo, permitiendo simultanear con las distintas medidas propuestas(33).

3.3.5 Algoritmo propuesto para la recuperación de casos similares.

Para computar los casos similares utilizando la técnica K-NN el algoritmo queda definido de la siguiente manera.

Algoritmo 1. Selección de casos similares.

Entradas:

- $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ Vector que contiene los n rasgos del nuevo caso.
- $\bar{Y} = (Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ Lista de los casos de la base de casos, siendo $Y_1 = (y_{1,1}, y_{1,2}, \dots, y_{1,n})$, m la cantidad de casos en la base de casos, e $y_{m,n}$ el atributo n del m riesgo seleccionado.
- k cantidad de casos semejantes.
- $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ vector con los pesos relativos de cada atributo.

Salidas:

$\bar{S} = (S_1, S_2, \dots, S_k)$ Lista de los k casos más similares, con $S_k = (S_{k,1}, S_{k,2}, \dots, S_{k,n})$

Para cada atributo $X(x_i)$ de X y en dependencia del tipo de dato que lo caracterice,

1. Para cada atributo $Y(y_j)$ del riesgo Y_j de la base de casos.
2. Calcular la distancia $D(X(x_i), Y(y_j))$, en dependencia del tipo de atributo.
3. Con el peso w_i del atributo $X(x_i)$, calcular $w_i D(X(x_i), Y(y_j))$
4. Repetir los pasos del 1 al 3 hasta completar los n atributos del riesgo.
5. Guardar en una lista \bar{S} el valor de la distancia entre X y cada Y_j calculado y la caracterización de Y_j .
6. Ordenar la lista de forma creciente según la distancia calculada y obtener solo los primeros k elementos que la componen (33).

De esta forma se obtiene una caracterización de los casos similares y sus distancias respecto al caso nuevo entrado para su utilización en el proceso. Ya a partir de aquí comienza la otra fase de adaptación que tiene como objetivo principal a partir de los casos similares adaptar una respuesta al caso nuevo que está siendo analizado.

Conclusiones parciales

A través de la aplicación de las técnicas de IA fundamentalmente en los sistemas basados en casos se logró modelar la base de casos, donde se recoge toda la información necesaria en los casos. Se logró

modelar la fase de recuperación donde se propuso un algoritmo encargado de recuperar que tiene en cuenta los distintos tipos de información almacenados en los casos más semejantes que se utilizarán en un futuro en las fases siguientes del sistema. La correcta selección de los casos más semejantes, es el paso fundamental para la calidad de las respuestas que representan los perfiles forenses. Una creación correcta de un perfil trae beneficios y aportes relevantes en la investigación criminal, ya que los investigadores pueden cerrar el marco de sospechosos, conducir la investigación por caminos concretos. Si se logra reducir el tiempo de creación de los perfiles se logra reducir el tiempo de la investigación considerablemente.

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Introducción

Toda nueva propuesta debe pasar un proceso de prueba y perfeccionamiento; los métodos de predicción posibilitan predecir el comportamiento de un evento específico de la propuesta de solución. El presente capítulo tendrá como objetivo principal validar la propuesta de solución presentada por el método Delphi, basado en el criterio de especialistas.

4.1. Método Delphi.

Su nombre se inspira en el antiguo oráculo de Delphos, parece que fue ideado originalmente a comienzos de los años 50 en el seno del Centro de Investigación estadounidense *RAND Corporation* por *Olaf Helmer* y *Theodore J. Gordon*, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre el futuro (30).

Linston y Turoff definen la técnica Delphi como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo (30).

Este método consiste en la selección de un grupo de especialistas a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. La capacidad de predicción del método se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por este grupo de especialistas. El método Delphi procede por medio de la interrogación con la ayuda de cuestionarios, a fin de poner de manifiesto convergencias de opiniones y deducir eventuales consensos (30). La encuesta se lleva a cabo de una manera anónima por lo que la calidad de los resultados depende, sobre todo, del cuidado que se ponga en la elaboración del cuestionario y en la elección de los especialistas consultados.

4.2. Validación por el método Delphi.

En la investigación se utiliza el método Delphi para la validación de la propuesta, pues mediante éste los especialistas deben predecir los resultados a alcanzar con la propuesta elaborada, lo que es muy exacto para obtener información sobre el futuro. El procesamiento estadístico de la información es la característica más importante del método que lo diferencia del resto de los métodos ya que la decisión

final que se toma es un criterio fuertemente avalado por la experiencia y conocimiento del colectivo de especialistas consultado.

A continuación se detallan los pasos necesarios para la aplicación del método al problema en cuestión, pero antes se debe mencionar los 4 aspectos que éste presenta:

1. Selección de los especialistas.
2. Elaboración del cuestionario para la validación de la propuesta.
3. Cálculo de concordancia entre los especialistas
4. Desarrollo práctico y explotación de los resultados.

Para el proceso de selección de los especialistas se ha analizado un aspecto de interés por parte del autor de este trabajo de diploma, el nivel de competencia de los encuestados en el tema que se analiza.

Una metodología completa y sencilla para la determinación de la competencia de los especialistas la constituye la aprobada en febrero de 1971 por el comité estatal de Ciencia y Técnica de Rusia para elaboración de pronósticos científicos técnico. En esta metodología la competencia de los especialistas se termina por el coeficiente (**K**), el cual se calcula de acuerdo con la opinión del especialista sobre su nivel de conocimiento acerca del problema que se está resolviendo y con las fuentes que le permiten argumentar sus criterios.

Para determinar cuáles de los candidatos participará en la evaluación de la solución, se calculó el coeficiente de competencia K, haciendo uso de la siguiente fórmula matemática (30).

$$K = \frac{(Kc + Ka)}{2}$$

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN

Donde:

K_c : Es el coeficiente de conocimiento.

K_a : Es el coeficiente de argumentación.

Para calcular el K_c y K_a se realiza una encuesta (Anexo 2) a los candidatos a especialistas.

Para calcular el K_c se le solicita al posible experto que de su criterio sobre los conocimientos que posee sobre el tema. Para esto se utiliza un rango del 0 al 10, considerando que 0 es no tener ningún dominio del tema y 10 es tener pleno dominio del tema. Posteriormente este valor obtenido se multiplica por 0.1 para obtener el coeficiente en un rango de 0 a 1. El experto debe marcar con una cruz (X) en la casilla que estime pertinente. La siguiente tabla muestra el nivel de conocimiento de los posibles especialistas.

No del especialista	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									X	
2									X	
3								X		
4							X			

Tabla 4. Coeficiente de conocimiento de los especialistas seleccionados.

Para calcular K_a , el especialista candidato debe marcar según su consideración, cuáles fueron sus fuentes para la obtención del conocimiento que le permite argumentar su evaluación del nivel de conocimiento que especifica anteriormente, en el Anexo 2 se puede observar dicha tabla.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.
--------------------------	--

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN

	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados sobre el tema	0.3	0.2	0.1
Experiencia	0.5	0.4	0.3
Trabajo de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajo de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Conocimiento en el trabajo con la propuesta.	0.05	0.05	0.05

Tabla 5. Tabla para calcular el coeficiente de argumentación.

Para calcular el coeficiente de argumentación las respuestas de los especialistas se traducen a puntos según lo que muestra la siguiente tabla patrón, este se calcula sumando los valores de la tabla patrón en concordancia con las respuestas dadas por los especialistas.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados sobre el tema	1, 2	3, 4	
Experiencia	1, 2, 3, 4		
Trabajo de autores nacionales	1	2	3, 4
Trabajo de autores extranjeros		1	2, 3, 4

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN

Conocimiento en el trabajo con la propuesta.		2, 3, 4, 1	
--	--	------------	--

Tabla 6. Tabla patrón para determinar el coeficiente de argumentación.

El código de interpretación de tales coeficientes de competencias es:

- Si $0,8 < k < 1,0$ el coeficiente de competencia es Alto.
- Si $0,5 < k < 0,8$ el coeficiente de competencia es Medio.
- Si $k < 0,5$ el coeficiente de competencia es Bajo.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en la encuesta de autovaloración realizada a los especialistas candidatos.

No. Especialista	Kc Coeficiente de conocimiento	Ka Coeficiente de argumentación	K Coeficiente de competencia.	Grado
1	1	0.95	0.975	Alto
2	0.9	0.95	0.925	Alto
3	0.8	0.85	0.825	Alto
4	0.8	0.85	0.825	Alto

Tabla 7. Resultados obtenidos en el cuestionario realizado.

Después de analizado el coeficiente de competencia de cada uno de los candidatos a especialistas, se obtuvo como resultado que todos tienen su coeficiente de competencia es alto. Fueron seleccionados un especialista en la materia de investigación criminal, al que se le presentó la investigación, fue encuestado

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN

para que validara la propuesta de solución desde el punto de vista policial el nivel de utilidad. (Ver Anexo 3)

Elaboración del cuestionario para la evaluación de la propuesta.

Para la evaluación de la base de conocimiento propuesta se utiliza el cuestionario que se observa en el Anexo n, entre sus objetivos se puede mencionar:

1. Determinar la necesidad de la propuesta para dar solución a la problemática planteada en la investigación.
2. Determinar la consistencia de la estructura de la base de conocimiento.
3. Determinar la eficacia de la base de conocimiento propuesta.
4. Determinar el nivel de completitud de la base de conocimiento.
5. Evaluación de la base de conocimiento propuesta.

En la siguiente tabla se puede observar el objetivo que se satisface en cada una de las preguntas en específico.

Objetivos	Preguntas				
Necesidad de la base de conocimiento.	1				
Consistencia de estructura de la base de conocimiento		2			
Nivel de completitud.			3		
Nivel de vinculación con expertos.				4	
Evaluación de la base de conocimiento.					5

Tabla 8. Objetivo por preguntas específicas.

En el cuestionario (Ver Anexo 2 y 1), primeramente se solicitan los datos personales de los especialistas y posteriormente se originan siete preguntas, todas de tipo contable y permitiendo además que en cada una de las preguntas los especialistas emitan sus criterios y hagan recomendaciones con el objetivo de mejorar los resultados de la investigación.

CAPÍTULO 4: VALIDACIÓN

Para analizar los cuestionarios realizadas a los especialistas se tuvieron en cuenta 2 criterios de evaluación, los criterios cualitativos (Muy útil, Bastante útil, Útil, Poco útil, Inútil) y los criterios cuantitativos ((100-90) %, (89-75) %, (74-50) %, (49-25) %, (24-0) %). A cada uno de estos criterios se les otorgó una puntuación entre 1 y 5 en dependencia de los valores asignados por los especialistas a las preguntas contestadas en el cuestionario para su posterior análisis.

Criterio de evaluación		Puntuación
Criterios cualitativos	Criterios cuantitativos (%)	
Muy útil	100 – 90	5
Bástate útil	89 – 75	4
Útil	74 – 50	3
Poco útil	49 - 25	2
Inútil	24 - 0	1

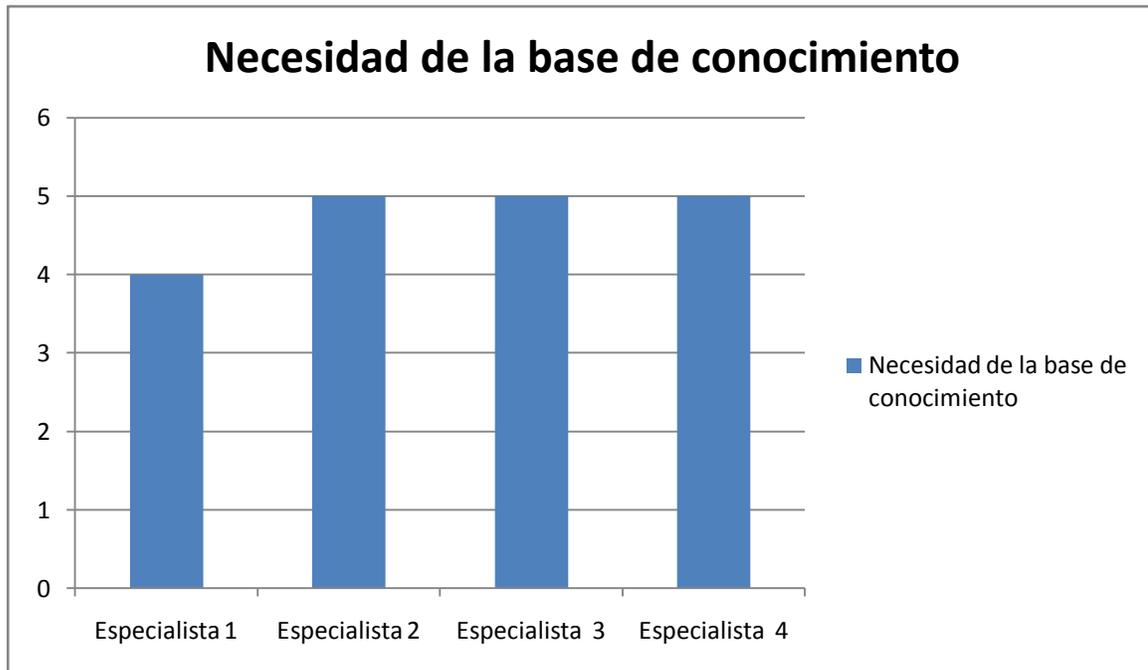
Tabla 9. Criterios de Evaluaciones.

Desarrollo práctico y explotación de los resultados.

Para ir almacenando los resultados aportados por los especialistas se confeccionan tablas utilizando el programa "Microsoft Office Excel 2007". A continuación se muestra los gráficos obtenidos por cada uno de los objetivos establecidos.

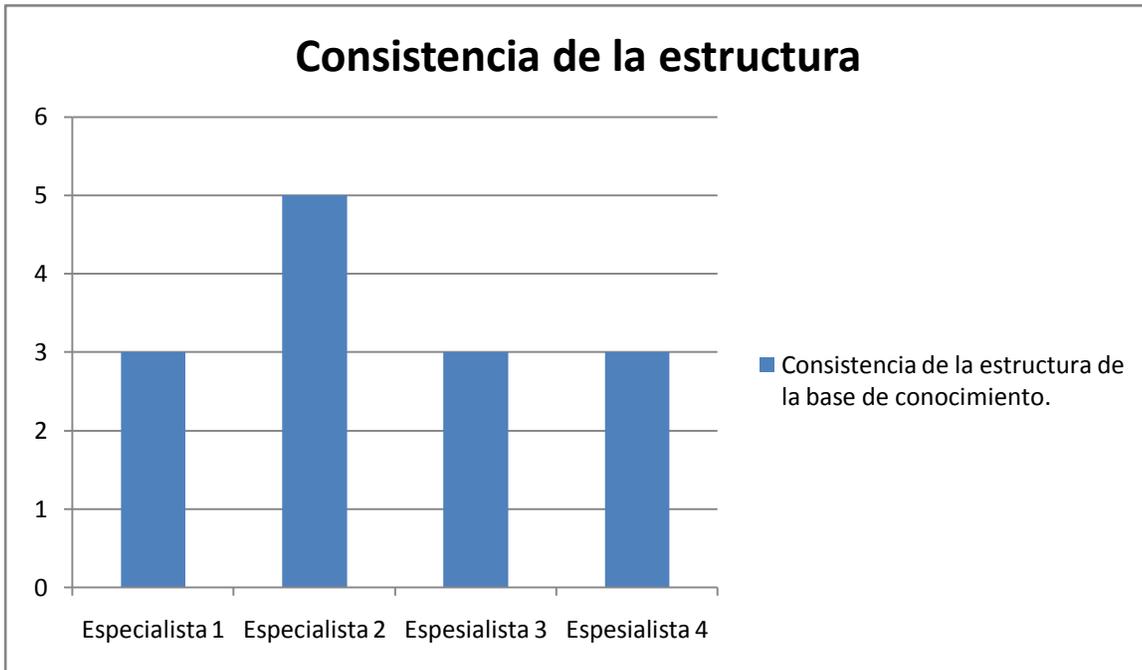
Necesidad de la base de conocimiento.

En la pregunta uno de la encuesta se le da cumplimiento al objetivo. Los especialistas responden de forma cualitativa en cuanto a su consideración de la necesidad de crear la estructura de la base de conocimientos de perfiles forenses. El siguiente gráfico muestra el resultado obtenido:



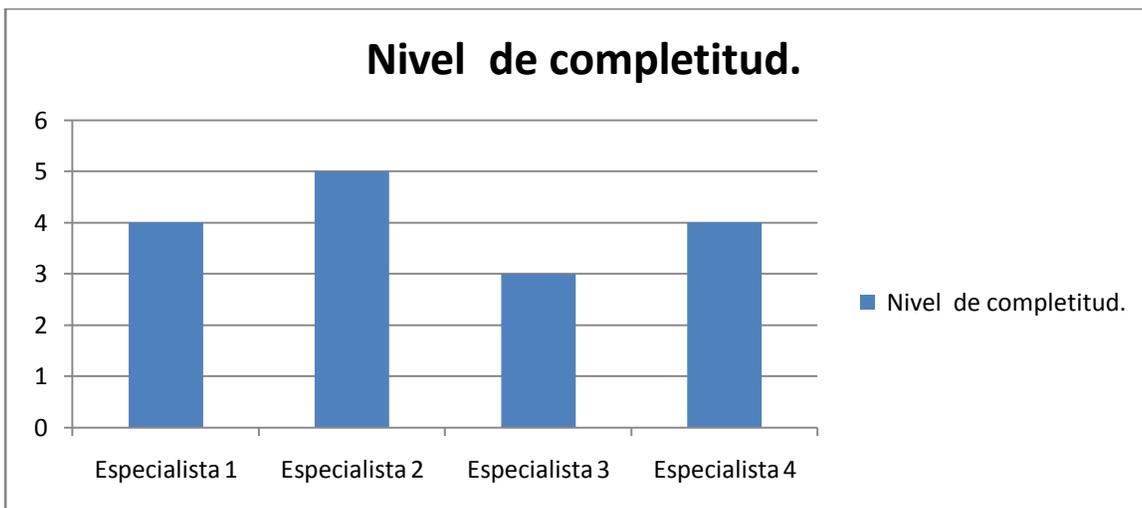
Consistencia de la estructura de la base de conocimiento.

Es esta pregunta dos se le da cumplimiento al objetivo. Los especialistas responden de forma cualitativa de la estructura plantada para crear la base de conocimientos. El siguiente gráfico muestra el resultado obtenido:



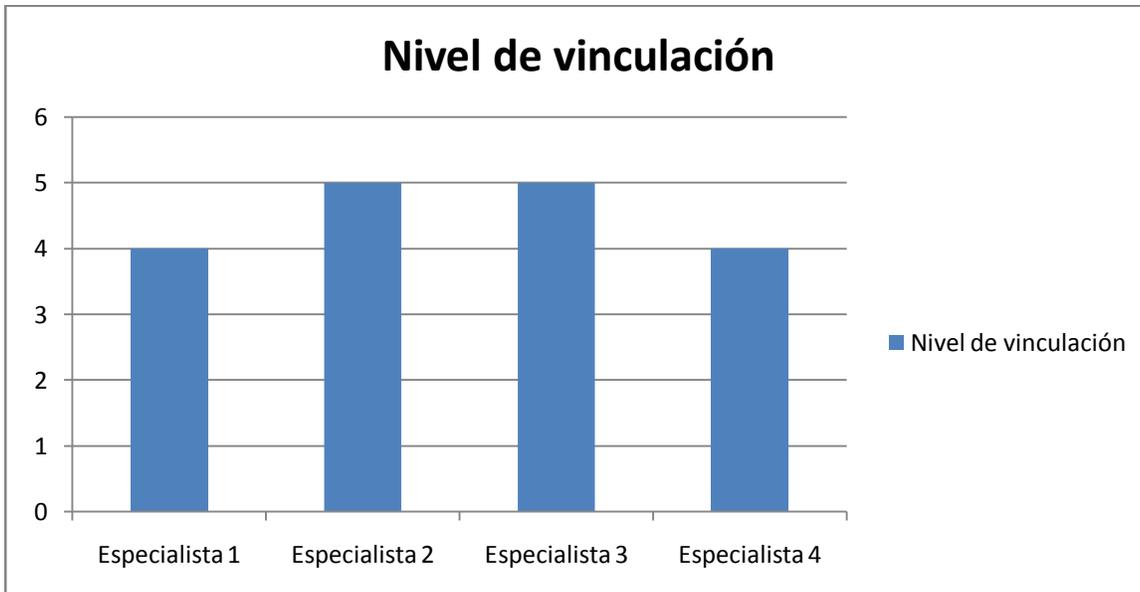
Nivel de completitud.

Es esta pregunta tres se le da cumplimiento al objetivo. Los especialistas responden de forma cualitativa de teniendo en cuenta todos los elementos que se necesita en base de conocimientos. El siguiente gráfico muestra el resultado obtenido:



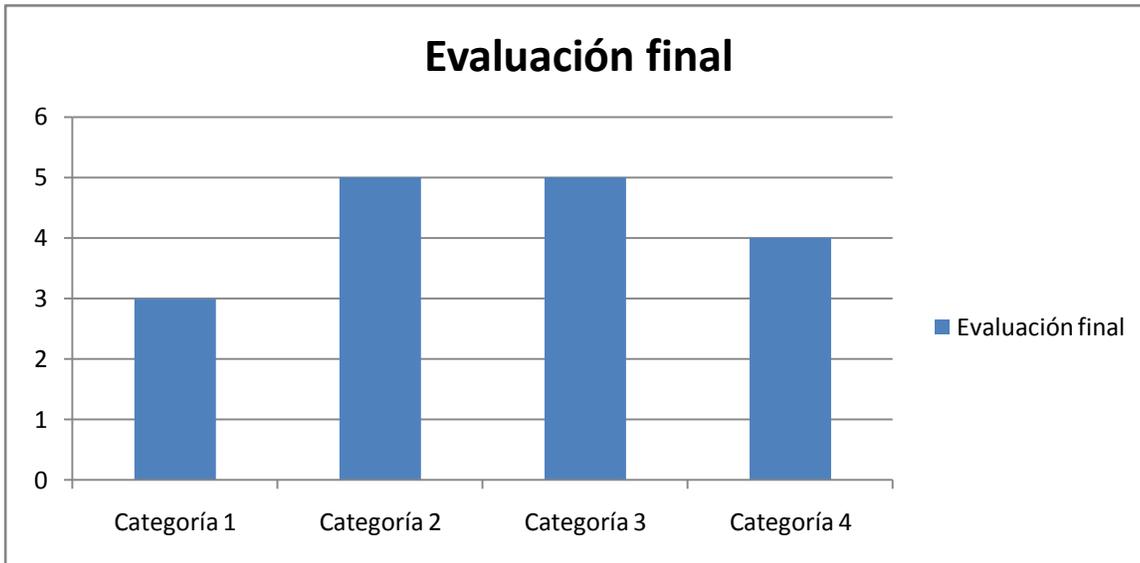
Nivel de vinculación con expertos.

Es esta pregunta cuatro se le da cumplimiento al objetivo. Los especialistas responden de forma cualitativa de teniendo en el grado de vinculación que existe entre los especialistas con los casos y la importancia. El siguiente gráfico muestra el resultado obtenido:



Evaluación de la base de conocimiento.

Es esta pregunta cinco se le da cumplimiento al objetivo. Los especialistas responden de forma cualitativa evaluando el resultado del trabajo en general. El siguiente gráfico muestra el resultado obtenido:



Especialistas\Indicadores	I-1	I-2	I-3	I-4	I-5
E-1	4	3	4	3	4
E-2	5	5	4	5	5
E-3	5	3	3	5	5
E-4	5	3	4	4	4

Tabla 10. Resultado final

Cálculo de concordancia entre los especialistas.

Con el objetivo de aportarle un mayor peso al resultado de la validación se decidió determinar la concordancia de criterios entre los especialistas, haciendo uso del cálculo del coeficiente de concordancia Kendall (W) mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{12 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

Pero antes de calcular a W hay que:

- Determinar la suma de los valores numéricos asignados a cada aspecto a evaluar, según el criterio dado por cada experto (**Rj**).
- Determinar el valor medio de las **Rj**, dado por la sumatoria de las **Rj** entre **N**, siendo **N** el total de aspectos a evaluar (los aspectos serán los indicadores de evaluación, en este caso **N = 5**).
- Determinación de la desviación media, dada por la diferencia entre cada **Rj** y el valor de la media.
- Determinación de la suma de los cuadrados de las desviaciones medias **S (S= 17,04)**.
- Determinación del cuadrado del número total de expertos, **K**. En este caso **K = 4**.

Una vez calculado W su resultado es $W = 0,10025$.

W expresa el grado de acuerdo entre los 4 expertos al dar un orden evaluativo a las preguntas sometidas a valoración. Luego se procede con el cálculo del Chi-Cuadrado para probar si existe concordancia entre los expertos, el mismo se obtiene a través de la fórmula siguiente:

$$X^2 = K(N - 1)W$$

Realizando el cálculo $X^2 = 1,604$. El Chi-Cuadrado calculado se compara con el de las Tablas Estadísticas. Se busca el Chi-cuadrado tabulado en la tabla del percentil de la distribución Chi-Cuadrado con un nivel de significación $\alpha = 0,900$ que presenta un 85% de confianza y **N-1** grados de libertad $X^2(\alpha, n-1)$.

Si $X^2 \text{ real} < X^2(\alpha, n-1)$ entonces existe concordancia en el trabajo de los expertos. Luego de la realización de los cálculos pertinentes, se cumple: $X^2 \text{ real} < X^2(0.900, 4)$ ya que $1,604 < 7,78$. Por lo que se corrobora la concordancia entre los especialistas, concluyendo que existe concordancia en la aceptación de la propuesta por parte de los especialistas.

Conclusiones parciales.

Se logró validar la propuesta de solución después de la aplicación del método Delphi obteniéndose una concordancia entre especialistas de un 85% de aceptación. La selección de los especialistas se centró a que fueran de alto rango científico y con gran experiencia en el tema grado nivel científico para que la validación aparte de obtenerse por el método Delphi quede respaldada por la opinión de los mismos a través de las encuestas realizadas en base calidad de la propuesta de solución. La opinión de los especialistas se tomó en cuenta para mejorar y recomendar diferentes técnicas y algoritmos que pueden contribuir a mejorar la estructura de la base de casos.

CONCLUSIONES

Como se puede observar a lo largo de este trabajo, la técnica de creación de perfiles forenses tiene grandes aportes en la investigación criminal. Su intento elaborado de aproximar las investigaciones al posible autor, la convierten en una técnica relevante para reducir el número de sospechosos, la vinculación de crímenes y brindar información concreta para que los investigadores. Todas estas utilizaciones de la técnica, reducen considerablemente el tiempo de las investigaciones elemento fundamental, ya que un delincuente estaría menos tiempo prófugo de la justicia, eliminando en muchas ocasiones la inseguridad social.

Los sistemas basados en casos en el campo que se apliquen son de gran apoyo a la toma de decisiones, reportando una serie de beneficios en cuanto al incremento en la velocidad del procesamiento de datos, aumento en la productividad, ahorro de tiempo, mejora la calidad en la toma de decisiones lo que reduce los costos a lo largo del proceso donde se apliquen, así como brindar una gran capacidad de almacenamiento de información es decir el conocimiento de varios expertos en dicho campo. El modelamiento correcto de su base de casos es el paso más importante, ya que será la estructura del conocimiento a almacenar. La modelación de una base de casos de un sistema de investigación criminal para la creación de perfiles forenses es el primer paso de avance para una futura implementación de un sistema RBC en este tema. Sus aportes fundamentales para la investigación criminal son:

- Una herramienta de ayuda que permita la reducción de tiempo en el procesamiento de información para la creación de perfiles forenses.
- Una herramienta que recogerá las experiencias de muchos expertos en la materia que contribuya al entrenamiento de nuevos profesionales en la materia.
- Su principal objetivo es una herramienta para la creación de perfiles forenses, que servirá para agilizar este proceso, además de tener el conocimiento a un experto en la materia, pero sobre todo ayudar a crear perfiles más fidedignos ya que un profesional en la materia puede comparar sus conclusiones con la del sistema, contribuyendo a la investigación criminal tome caminos más concretos para llegar a su objetivo con una mayor calidad posible y en menos tiempo posible.

Después de concluir la investigación se llega a las siguientes conclusiones:

CONCLUSIONES

- Se definió el poseso fundamental para la creación de perfiles forenses sentando las bases teóricas para su mejor estudio. Resumiendo el proceso consiste en analizar el conjunto de evidencias dejadas en la escena utilizando la experiencia de casos anteriores similares en busca de patrones.
- Se logro identificar los rasgos que conformaran la base de casos de acuerdo a que información se necesita para poder perfilar.
- Se logro identificar que la utilización del razonamiento basado en casos es una de las vías más eficientes para el desarrollo de un sistema para crear perfiles forenses, porque tiene en cuenta la experiencia para identificar problemas.
- Se logró modelar la base de casos, de acuerdo a las necesidades de la información que se debe tener en cuenta en el proceso de la creación de los perfiles forenses.
- Se logró modelar la fase de recuperación del sistema RBC teniendo en cuenta los distintos tipos de atributos que pueden almacenar en los distintos rasgos que almacenen la información relevante, con el objetivo principal de obtener los casos más similares de una forma eficiente.
- Se logro validar la propuesta de solución utilizando el método Delphi donde se obtuvo un nivel de concordancia entre los expertos de un 85 %.

Por todo lo antes descrito en el presente trabajo se llega a la conclusión que con un sistema de inteligente de investigación criminal para la creación de perfiles forenses se pueden elaborar perfiles criminales con una mayor calidad, proporcionándole a la investigación criminal una información clara y precisa de las características del autor, lo que ayudará a tomar decisiones más acertadas reduciendo el tiempo considerablemente en llegar a los objetivos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar el trabajo en el desarrollo del sistema utilizando la base de casos planteada es decir realizar el análisis y diseño e implementación respectiva, para que sea puesta en práctica por órganos de la justicia.

Se recomienda modelar las demás fases del proceso del RBC: adaptación, y almacenamiento partiendo utilizando la fase de recuperación realizada en el trabajo.

Se recomienda el estudio de la incertidumbre en la obtención de la semejanza de los rasgos.

Se recomienda el estudio de técnicas de aprendizaje supervisado, centrándola a los pesos de variables principalmente el de regresión logística.

Se recomienda el estudio del algoritmo *Rough Set Theory*, para determinar la importancia de los rasgos y los pesos.

BIBLIOGRAFÍA

1. [Online] http://www.inteligenciaartificial.cl/ciencia/software/ia/inteligencia_artificial.htm.
2. [Online] http://www.inteligenciaartificial.cl/ciencia/software/ia/inteligencia_artificial.htm.
3. *Curso Básico de Investigación Criminal*. **García, Luciano Walter Posada**. Uruguay, Montevideo : s.n., 1991.
4. [Online] <http://www.criminalistica.net>.
5. *La perfilación criminal como técnica forense en la investigación del homicidio intencional con autor desconocido*. **Jorge, Dr Ricardo Rodríguez**. Santa Clara, Cuba : Revista de la Escuela de Medicina Legal, 2010.
6. **HOLMES, R & HOLMES**. *Profiling Violent Crimes: An Investigative Tools*. United Kingdom : Sage Publications Inc., 2002.
7. **Robert K. Ressler, Tom Shachtman**. *Asesinos en serie*. s.l. : Editorial Ariel, 1999.
8. **KENNEDY, ROBERT J. HOMANT & DANIEL B.** *Psychological Aspects of Crime Scene Profiling*. s.l. : University of Detroit Mercy, 1998.
9. **Turvey, Brent E.** *Criminal Profiling: An Introduction to Behavioral Evidence Analysis*. 1999.
10. **Brian Francis, Jon Barry, Russell Bowater, Nicky Miller, Keith Soothill, Elizabeth Ackerley**. *Using homicide data to assist*.
11. Sitio Oficial UNISYS Holmes 2. [Online] <http://www.holmes2.com/holmes2/whatish2/investigations/>.
12. FBI - VICAP. [Online] 2012. www.fbi.gov/wanted/vicap.
13. Geographic profiling. [Online] <http://www.all-about-forensic-psychology.com/geographic-profiling.html>.
14. Sitio Oficial ECRI. [Online] <http://www.ecricanada.com/products/rigel-analyst/>.
15. IIC Instituto de Ingeniería del Conocimiento. [Online] 2012. <http://www.iic.uam.es/es/>.
16. **Lio, Gálvez Daniel**. *Curso de Sistemas Basados en el Conocimiento*. 1998.
17. **Plaza, Enric**. *Case-Based Reasoning Research and Development*. s.l. : Springer, agosto 2007. ISBN-13: 9783540632337.

-
18. *Introducción al Razonamiento Basado en Casos*. **Agudo, B.** Universidad Complutense de Madrid. Madrid. España : Departamento de Sistemas informáticos y programación. Facultad de Matemáticas, 2011.
19. *Razonamiento Basado en Casos: Una Visión General*. **Lozano, Laura.** España Valladolid : Universidad de Valladolid, 2011.
20. [Online] [http://www.cio.mx/3_enc_mujer/files/extensos/Sesion 4/S4-ING10.doc](http://www.cio.mx/3_enc_mujer/files/extensos/Sesion%204/S4-ING10.doc).
21. *An Investigation of Practical Approximate Nearest Neighbor Algorithms*. **Ting Liu, Andrew W. Moore, Alexander Gray and Ke Yang.** s.l. : School of Computer Science Carnegie-Mellon University, 1998, Vols. Pittsburgh, PA 15213 USA.
22. **Moreno, José Manuel Díaz.** *Fundamentos del cálculo numérico I: Topología métrica, Volumen 1.* s.l. : Reverte, 1986, 1986.
23. *Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons, and Future Directions*. **Kolodner, J., & Leake, D.** AAI Press / The MIT Press United States of America. : En D. Leake (Ed.), Vols. A Tutorial Introduction to Case-Based Reasoning. En D..
24. **Beall, J.** *The Weaknesses of Full-Text Searching.* s.l. : Librarianship, 2008. 438-444. doi: 10.1016/j.acalib.2008.06.007.
25. **Feldman, R., & Sanger, J.** *The Text Mining Handbook, Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data.* New York. United States of America : Cambridge University Press, 2006.
26. **Han, J., & Kamber, M.** *Data mining: concepts and techniques.* *Data Management Systems.* NY, USA : ACM New York, 2006.
27. **Gelbukh, A.** *Computational linguistics and intelligent text processing.* Incorporated, Haifa, Israel : Springer Publishing Company, 2008.
28. **Kowalski, G., & Maybury, M. T.** *Information storage and retrieval systems.* s.l. : Springer, 2000.
29. **Antonín, M. A. M., Monraveta, A. F., & García, G. V.** *Lexicografía computacional y semántica.* Barcelona, España : Edicions Universitat Barcelona, 2003.

30. *Adaptive Duplicate Detection Using Learnable String Similarity Measures*. **Bilenko, M., & Mooney, R. J.** s.l. : IN PROCEEDINGS OF THE NINTH ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA MINING, 2003. (KDD-2003).
31. **Wilson, R., & Martínez, T.** *Improved heterogeneous distance functions*. s.l. : Journal of Artificial Intelligence Research, 1997. USA , 6(1), 1-34..
32. **Carlos Soto, Marlene.** *Sistema experto de diagnóstico médico del síndrome de Guillian Barre*. 2002.
33. Sitio Oficial UNISYS HOLMES 2. [Online] <http://www.holmes2.com/holmes2/whatish2/>.
34. IA. [Online] http://www.informatica2007.sld.cu/Members/ricardo_fernandez/razonamiento-basado-en-casos-en-ciencias-medicas-sobre-plataforma-web-1/.
35. **GARRIDO, V.** *El perfil psicológico aplicado a la captura de asesinos en serie. El caso de J.F Anuario de Psicología Jurídica* . 2000. 10,25-46.
36. IIC Instituto de Ingeniería del Conocimiento. [Online] <http://www.iic.uam.es/es/>.

TRABAJOS CITADOS

1. [En línea] http://www.inteligenciaartificial.cl/ciencia/software/ia/inteligencia_artificial.htm.
2. [En línea] http://www.inteligenciaartificial.cl/ciencia/software/ia/inteligencia_artificial.htm.
3. *Curso Básico de Investigación Criminal*. **García, Luciano Walter Posada**. Uruguay, Montevideo : s.n., 1991.
4. [En línea] <http://www.criminalistica.net>.
5. *La perfilación criminal como técnica forense en la investigación del homicidio intencional con autor desconocido*. **Jorge, Dr Ricardo Rodríguez**. Santa Clara, Cuba : Revista de la Escuela de Medicina Legal, 2010.
6. **HOLMES, R & HOLMES**. *Profiling Violent Crimes: An Investigative Tools*. United Kingdom : Sage Publications Inc., 2002.
7. **Robert K. Ressler, Tom Shachtman**. *Asesinos en serie*. s.l. : Editorial Ariel, 1999.
8. **KENNEDY, ROBERT J. HOMANT & DANIEL B.** *Psychological Aspects of Crime Scene Profiling*. s.l. : University of Detroit Mercy, 1998.
9. **Turvey, Brent E.** *Criminal Profiling: An Introduction to Behavioral Evidence Analysis*. 1999.
10. **Brian Francis, Jon Barry, Russell Bowater, Nicky Miller, Keith Soothill, Elizabeth Ackerley**. *Using homicide data to assist*.
11. Sitio Oficial UNISYS Holmes 2. [En línea] <http://www.holmes2.com/holmes2/whatish2/investigations/>.
12. FBI - VICAP. [En línea] 2012. www.fbi.gov/wanted/vicap.
13. Geographic profiling. [En línea] <http://www.all-about-forensic-psychology.com/geographic-profiling.html>.
14. Sitio Oficial ECRI. [En línea] <http://www.ecricanada.com/products/rigel-analyst/>.
15. IIC Instituto de Ingeniería del Conocimiento. [En línea] 2012. <http://www.iic.uam.es/es/>.
16. **Lio, Gálvez Daniel**. *Curso de Sistemas Basados en el Conocimiento*. 1998.
17. **Plaza, Enric**. *Case-Based Reasoning Research and Development*. s.l. : Springer, agosto 2007. ISBN-13: 9783540632337.

-
18. *Introducción al Razonamiento Basado en Casos*. **Agudo, B.** Universidad Complutense de Madrid. Madrid. España : Departamento de Sistemas informáticos y programación. Facultad de Matemáticas, 2011.
19. *Razonamiento Basado en Casos: Una Visión General*. **Lozano, Laura.** España Valladolid : Universidad de Valladolid, 2011.
20. [En línea] http://www.cio.mx/3_enc_mujer/files/extensos/Sesion 4/S4-ING10.doc.
21. *An Investigation of Practical Approximate Nearest Neighbor Algorithms*. **Ting Liu, Andrew W. Moore, Alexander Gray and Ke Yang.** s.l. : School of Computer Science Carnegie-Mellon University, 1998, Vols. Pittsburgh, PA 15213 USA.
22. **Moreno, José Manuel Díaz.** *Fundamentos del cálculo numérico I: Topología métrica, Volumen 1.* s.l. : Reverte, 1986, 1986.
23. *Case-Based Reasoning: Experiences, Lessons, and Future Directions*. **Kolodner, J., & Leake, D.** AAI Press / The MIT Press United States of America. : En D. Leake (Ed.), Vols. A Tutorial Introduction to Case-Based Reasoning. En D..
24. **Beall, J.** *The Weaknesses of Full-Text Searching.* s.l. : Librarianship, 2008. 438-444. doi: 10.1016/j.acalib.2008.06.007.
25. **Feldman, R., & Sanger, J.** *The Text Mining Handbook, Advanced Approaches in Analyzing Unstructured Data.* New York. United States of America : Cambridge University Press, 2006.
26. **Han, J., & Kamber, M.** *Data mining: concepts and techniques.* *Data Management Systems.* NY, USA : ACM New York, 2006.
27. **Gelbukh, A.** *Computational linguistics and intelligent text processing.* Incorporated, Haifa, Israel : Springer Publishing Company, 2008.
28. **Kowalski, G., & Maybury, M. T.** *Information storage and retrieval systems.* s.l. : Springer, 2000.
29. **Antonín, M. A. M., Monraveta, A. F., & García, G. V.** *Lexicografía computacional y semántica.* Barcelona, España : Edicions Universitat Barcelona, 2003.

30. *Adaptive Duplicate Detection Using Learnable String Similarity Measures*. **Bilenko, M., & Mooney, R. J.** s.l. : IN PROCEEDINGS OF THE NINTH ACM SIGKDD INTERNATIONAL CONFERENCE ON KNOWLEDGE DISCOVERY AND DATA MINING, 2003. (KDD-2003).
31. **Wilson, R., & Martínez, T.** *Improved heterogeneous distance functions*. s.l. : Journal of Artificial Intelligence Research, 1997. USA , 6(1), 1-34..
32. **Carlos Soto, Marlene.** *Sistema experto de diagnóstico médico del síndrome de Guillian Barre*. 2002.
33. Sitio Oficial UNISYS HOLMES 2. [En línea] <http://www.holmes2.com/holmes2/whatish2/>.
34. IA. [En línea] http://www.informatica2007.sld.cu/Members/ricardo_fernandez/razonamiento-basado-en-casos-en-ciencias-medicas-sobre-plataforma-web-1/.
35. **GARRIDO, V.** *El perfil psicológico aplicado a la captura de asesinos en serie. El caso de J.F Anuario de Psicología Jurídica* . 2000. 10,25-46.
36. IIC Instituto de Ingeniería del Conocimiento. [En línea] <http://www.iic.uam.es/es/>.

ANEXOS.

Anexo 1:

Cuestionario para la validación de la propuesta

Objetivo: Obtener criterios u opiniones por parte de un grupo de expertos en investigación criminal en la propuesta de solución para un sistema de investigación criminal en la creación de perfiles forenses.

Usted fue seleccionado como especialista, teniendo en cuenta su experiencia en el tema de estudio. Se necesita que conteste las siguientes preguntas, con el objetivo de concluir satisfactoriamente esta investigación, para ello se requiere de su cooperación y sinceridad. Gracias.

Temática que se investiga: Sistema de investigación criminal para la creación de perfiles forenses

Nombre y Apellidos: Pedro D. Paluro Benitez
 Centro Laboral: Unidad P.N.B. Grado Científico: Aspirante a Gestión Policial Años de experiencia laboral: 29.

1. ¿En qué medida usted considera necesario desde el punto Policial la aplicación de un sistema inteligente de investigación criminal para la creación de creación de perfiles forense?

Muy necesario Bastante necesario Necesario Poco necesario Innecesario

2. ¿En qué medida usted considera que la estructura los elementos estudiados del tema puedan ayudar al desarrollo del sistema?

Muy adecuada Bastante adecuada Adecuada Poco adecuada Inadecuada

¿Qué grado de utilidad que le confiere a la creación del sistema?

Muy útil Bastante útil Útil Poco útil Inútil

4. ¿En qué medida usted considera la vinculación del sistema a la investigación criminal?

Muy vinculado Bastante vinculado Vinculado Poco vinculado Desvinculado

5. ¿En qué medida usted considera el conjunto de evidencias tomadas para la creación de los perfiles forenses?

Todos Muchos Algunos Pocos Ninguno

6. ¿En qué medida usted considera que un experto en la perfilación criminal pueda consultar sus resultados con los del sistema?

Se ajusta en un: (100-90) % (89-75) % (74-50) % (49-25) % (24-0) %

Cuestionario para la validación de la propuesta

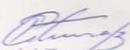
7. ¿Usted considera que los elementos estudiados para crear los perfiles forenses poseen la vinculación correcta es decir los elementos que brindan el conjunto de evidencias e información?

Muy vinculado Bastante vinculado Vinculado Poco vinculado Desvinculado

8. Avala usted finalmente la propuesta para la creación del sistema de investigación criminal para la creación de perfiles forenses.

(100-90) % (89-75) % (74-50) % (49-25) % (24-0) %

Observaciones:


Firma del Experto:
7/6/2012

Anexo 2:

CRITERIO DEL ESPECIALISTA

La presente encuesta tiene como finalidad la evaluación de de una modelación de una base de casos base de casos propuesta para la creación de perfiles forenses, es necesario que responda todas las preguntas; la encuesta tiene carácter anónimo. Gracias por su colaboración.

Categoría Docente: _____

Cargo que ocupa: _____

Años de experiencia en la materia: _____

Nombre de la Tesis: Sistema de Investigación Criminal para la creación de perfiles forenses.

Modelamiento de la base de casos.

Autor: Manuel Guerra Hernández.

Tutor: MSc. Yadira Ruíz Constanten.

Valore su conocimiento en el campo de Inteligencia Artificial razonamiento basado en casos, marque con una X en una escala del 0 al 10.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Marque con una X el grado que usted crea que han influenciado las siguientes fuentes de conocimiento.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus
--------------------------	---

	criterios.		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados sobre el tema	0.3	0.2	0.1
Experiencia	0.5	0.4	0.3
Trabajo de autores nacionales	0.05	0.05	0.05
Trabajo de autores extranjeros	0.05	0.05	0.05
Conocimiento en el trabajo con la propuesta.	0.05	0.05	0.05

Anexo 3:

Cuestionario para la validación de la base de conocimiento propuesta.

Objetivo: Obtener criterios u opiniones por parte de un grupo de expertos sobre la base de conocimiento propuesta.

Usted fue seleccionado como especialista, teniendo en cuenta su experiencia en el tema de estudio. Se necesita que conteste las siguientes preguntas, con el objetivo de concluir satisfactoriamente esta investigación, para ello se requiere de su cooperación y sinceridad. Gracias.

Temática que se investiga: Sistema de Investigación Criminal para la creación de perfiles forenses.

Modelamiento de la base de casos.

Nombre y Apellidos: _____ Centro Laboral: _____ Años de experiencia laboral: _____.

1. ¿En qué medida usted considera necesario la aplicación de la base de conocimiento en la creación de perfiles forenses?

Muy necesario Bastante necesario Necesario Poco necesario Innecesario

2. ¿En qué medida usted considera que la estructura de la base de conocimiento es la adecuada?

Muy adecuada Bastante adecuada Adecuada Poco adecuada Inadecuada

3. ¿En qué medida usted considera que los rasgos definidos constituyen características necesarias para lograr que la base de conocimiento produzca un resultado óptimo?

Todos Muchos Algunos Pocos Ninguno

4. ¿En qué medida usted considera que el uso de pesos en los rasgos para diferenciarlos por su importancia?

Se ajusta en un: (100-90) % (89-75) % (74-50) % (49-25) % (24-0) %

5. Avala usted finalmente la base de conocimiento propuesta.

(100-90) % (89-75) % (74-50) % (49-25) % (24-0) %

GLOSARIO DE TÉRMINOS

La piromanía: es un trastorno o enfermedad psicológica de trastorno del control de los impulsos, que produce un gran interés por el fuego, cómo producirlo y observarlo. La persona que padece piromanía recibe el nombre de **pirómano**.

Psicopatología: Es aquella referencia específica a un signo o síntoma que se puede encontrar formando parte de un trastorno psicológico

FBI: *Federal Bureau of Investigation*

Ilícito: Que no está permitido por la ley o la moral.

Perfilar: Proceso donde se aplica la técnica de la creación de perfiles forenses.

Ciencias forenses: las definimos como el conjunto de disciplinas cuyo objeto común es el de la materialización de la prueba a efectos judiciales mediante una metodología científica. Cualquier ciencia se convierte en forense en el momento que sirve al procedimiento judicial.

Atributos nominales: Son aquellos que contienen valores textuales o descriptivos también llamados modalidades.

Atributos ordinales: Son variables numéricas cuyos valores representan una categoría o identifican un grupo de pertenencia contando con un orden lógico.

Spreed munder: Es un asesino mata en dos o más lugares y no tiene un periodo de enfriamiento emocional.

Asesino en serie: Es el comete tres o más homicidios separados entre sí por un tiempo.

Victimario: Autor de un delito.