



Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 8

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

Título: El análisis multicriterial aplicado a la toma de decisiones en juegos de estrategia.

Autor (es): Maité Maceo Ortuño.
Elvis Doris Fuentes García.

Tutor (es): MSc. Roberto Millet Luaces
Ing. Kenia Madrazo de la Rosa.

Asesor: Ing. Lázaro Campoalegre Vera

Ciudad de La Habana, Junio del 2009
“Año del 50 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Declaramos que somos los únicos autores de este trabajo y autorizamos a la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio. Para que así conste firmamos la presente a los 25 días del mes de Junio del año 2009.

Autora: Maité Maceo Ortuño

Autora: Elvis Doris Fuentes García

Tutor: MSc. Roberto Millet Luaces

Tutora: Ing. Kenia Madrazo de la Rosa

DATOS DE CONTACTO

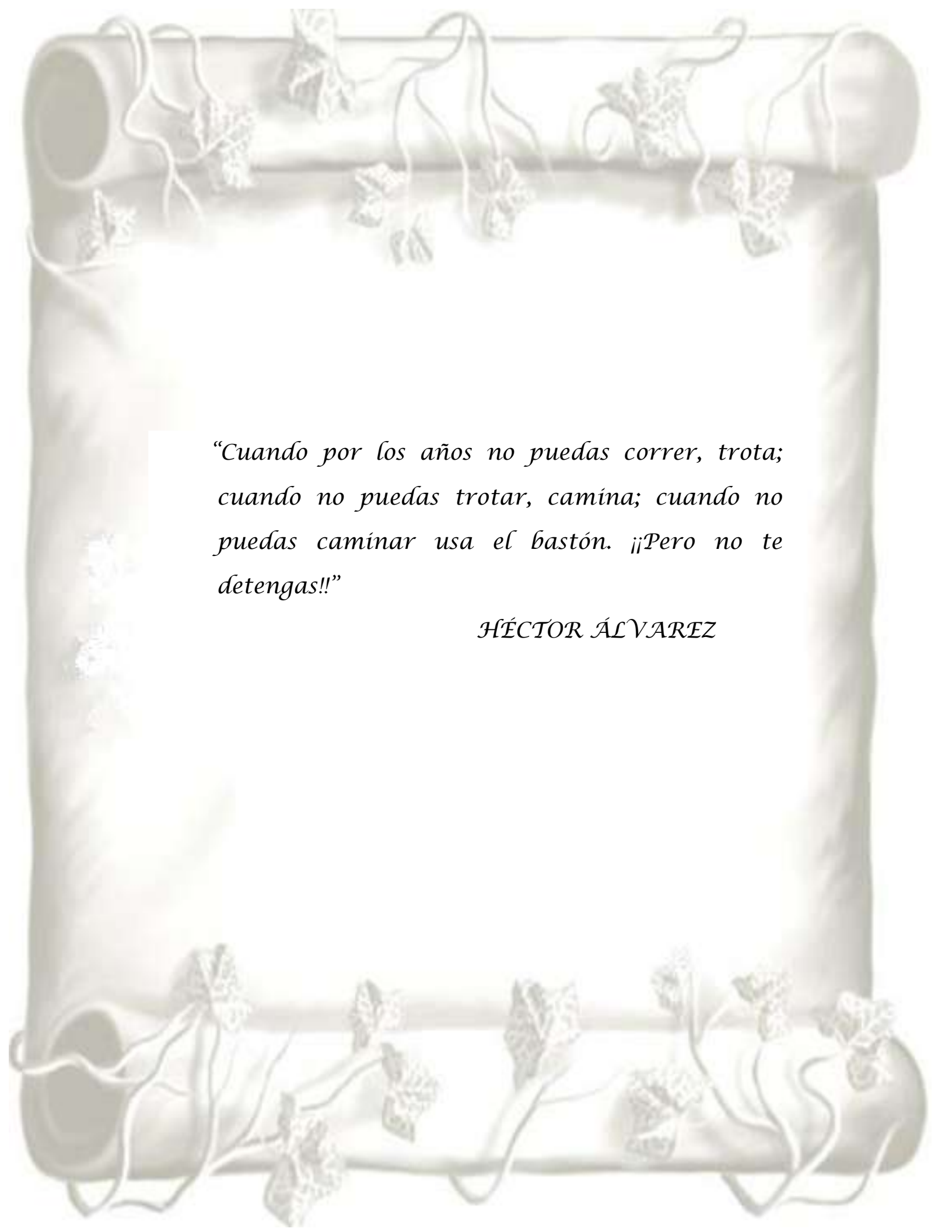
MSc. Roberto Millet Luaces

Breve currícul:

- Profesor de Matemática.
- Graduado de Ingeniero Eléctrico en 1986, en Universidad de Camagüey.
- Profesor Auxiliar
- MSc en Ciencias Matemáticas.
- Imparte docencia en universidades desde 1987.

Ubicación: Universidad de las Ciencias Informáticas UCI, Cuba.

E-mail: milletp@uci.cu

A decorative scroll with a floral border and a central text box. The scroll is unrolled, showing a light-colored surface. The border is composed of repeating floral motifs, possibly roses or similar flowers, with long, flowing ribbons or stems. The text is centered in a white rectangular box.

*“Cuando por los años no puedas correr, trota;
cuando no puedas trotar, camina; cuando no
puedas caminar usa el bastón. ¡¡Pero no te
detengas!!”*

HÉCTOR ÁLVAREZ

De Maíté:

*A mi mamá que siempre ha sido la fuerza inspiradora de mi vida,
y a mi papá, por su esfuerzo incondicional todos estos años.*

*A mi familia de Marianao, mi tío Rafael, mi tía Sonia, que ha sido
como una madre este tiempo que he estado acá y mis primos
Carlos, Enrique y Alexey.*

*A mis tías y tíos, a quienes quiero mucho, especialmente: Aurora,
Alina, Lázara, Maritza, Delsa y Piquí. A todos mis primos que
son muchos.*

*A aquellas personas que realmente se convirtieron en seres
imprescindibles para la realización de este trabajo: mi querido
tutor Millet, Juan Carlos Quevedo, Osvaldo, el profesor Adiel y
Eduardo.*

*A mi cotutora Kenia, al asesor Lázaro y a los profesores de los
laboratorios 306 y 308, así como a los muchachones que me
permitieron encuestarlos.*

*A los mejores amigos que se pueden tener: Yolanda, Josefina,
Vargas, Elena, Betty, Pombo y Ronny.*

A cada uno de mis compañeros, de los 3 grupos en los cuales he formado parte, especialmente a los del 8501, no los voy a olvidar.

A todos mis vecinos que siempre me dieron ánimo y se preocuparon por mí.

*A las personas que se preocuparon por nosotras y nos apoyaron:
Francisca, la profesora Lombillo.*

A todos los profesores que contribuyeron con mi preparación profesional.

A aquel que es grande y poderoso por permitirme llegar hasta aquí.

A todos, muchas gracias

De Elvís Dorís:

En primer lugar agradecer a mis padres por la educación que me dieron y el apoyo brindado en todos los momentos.

A Silvia por preocuparse tanto por mí y quererme como a una hija.

A mi tutor Millet por confiar en mí en el último momento, cuando todo parecía ser imposible.

A Adiel por estar dispuesto siempre a darnos una mano.

A mi novio Eduardo por su apoyo incondicional en todos los momentos, gracias a él pude seguir adelante con esta tesis.

A las profesora Francisca e Isabel Lombillo por toda la preocupación prestada.

A María Elena por apoyarme en los momentos que acudí a ella.

A mis amigos Pedro, Rosío, Josefina y Betty.

A Isa por estar siempre conmigo para escucharme y ayudarme a pasar los malos momentos.

A todos los profesores de la facultad 5 que nos dieron su apoyo.

A Raúl por preocuparse tanto por mí durante mi estancia en la UCI.

A todos muchas gracias.

De Maíté:

A mis queridísimos abuelos: Bellita, Inés, Nivardo y Reynaldo, quienes siempre soñaron con este momento. Dos de ellos no están ya conmigo, pero igual los adoro. Especialmente a mi abuelita Inés, de sus palabras saqué siempre las fuerzas para seguir adelante en esta carrera.

A mis padres, a los cuales les dedico todo.

A mi sobrina Yamila y a mi prima Delmis, para que nunca dejen de esforzarse.

A toda mi familia en general.

De Elvis Doris:

Dedico esta tesis a la memoria de mi madre que siempre soñó con verme graduada y a mi papa por todo el esfuerzo y sacrificios realizados para que pudiera graduarme.

A todas aquellas personas que confiaron en mí.

RESUMEN

En la facultad 5 de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), en el Área Temática de Videojuegos, se ponen en práctica algunos métodos inteligentes para la confección de juegos. Dichos métodos son utilizados para incorporar a los agentes virtuales de los videojuegos un comportamiento inteligente, que les permita adaptarse a las condiciones del juego, haciendo posible que sean capaces de tomar sus propias decisiones ante determinadas situaciones que se le puedan presentar. Uno de estos métodos utilizados son las redes neuronales artificiales, el cual, resulta costoso en tiempo, debido a que la red necesita ser entrenada antes de ponerla a funcionar.

Por estos motivos se realizó la investigación de temas referentes al análisis multicriterio y los videojuegos. Determinándose el análisis multicriterio como un método idóneo en multitud de campos de aplicación debido a que, frecuentemente surgen situaciones en las cuales hay que decidir entre varias alternativas, teniendo en cuenta diversos criterios o puntos de vista.

El desarrollo de esta investigación proporciona a los proyectos de la facultad 5 una metodología a utilizar en los juegos de estrategias mediante el análisis multicriterial, el cual permite emitir un juicio comparativo en los procesos de decisión a través de los cuales, el decisor podrá estimar las posibles implicaciones que puede tomar cada curso de acción, de modo que logre obtener una mejor comprensión de las vinculaciones entre sus acciones y sus objetivos.

Durante la investigación se pudo determinar que el análisis multicriterial es empleado en varios campos de aplicación, pero apenas ha sido usado en la informática, a pesar de los grandes beneficios que aporta. Por tal razón se efectuaron un conjunto de encuestas y entrevistas que permitieron conocer el estado actual por parte de los proyectos en cuanto al conocimiento del tema de análisis multicriterial en la toma de decisiones.

También se aportó una aplicación que hace uso de análisis multicriterial en la toma de decisiones, mediante el método de Media Aritmética permitiendo además conocer la efectividad de las opciones a evaluar. Además se adquirieron nuevos conocimientos de la utilización del análisis multicriterio en diferentes ramas.

ÍNDICE

Introducción	8
Capítulo 1: Fundamentación Teórica	12
Introducción	12
1. Toma de decisiones	12
1.1. El proceso de toma de decisiones	13
El proceso de toma de decisiones se divide generalmente en cuatro partes:.....	13
1.1.1. Componentes de la decisión	14
1.2. La Inteligencia Artificial	15
1.3 Inicios del análisis multicriterio	15
1.3.1 Definición de análisis multicriterio	16
1.3.2. Aspectos esenciales	17
1.3.2.1 Terminología	17
1.3.2.2 Recursos	17
1.3.3 Ventajas del análisis multicriterial	18
1.4 Clasificación de los métodos multicriteriales	20
1.4.1 Tipos de Métodos Multicriterios teniendo en cuenta las alternativas	20
1.4.2 Métodos de Decisión Multicriterios Discretos	20
1.4.4 Media Aritmética	23
1.4.5. Aplicaciones del análisis multicriterio	24
1.4.6. Utilización del análisis multicriterial en Cuba	25
1.5. Videojuegos	25
1.6 Juegos de estrategia	26
1.6.1. Algunos elementos que conforman un juego	27
1.6.2. Juegos de guerra	27
1.7. Mapas de influencia	27
1.8 Método Delphi	28
Conclusiones Parciales	30
Capítulo 2: Análisis multicriterio en juegos de estrategia	31

Introducción	31
2. Aplicación de instrumentos para la recolección de información	31
2.1. La encuesta	31
2.2. La entrevista	31
2.3 Aplicación de encuesta para valorar el uso de métodos inteligentes	32
2.4. Análisis de un juego de estrategia	34
2.5. Mapas de influencia	35
2.6 ¿Por qué utilizar el análisis multicriterial?	36
2.7 Aplicación del método de la Media Aritmética	37
2.8 Análisis de la entrevista	38
2.9 Estrategias en los juegos	45
2.10 Obtención de la evaluación cuantitativa de los criterios con relación a las estrategias	47
2.10.1 Encuesta para determinar el orden de prioridad de las Estrategias	47
2.10.2 Evaluación de criterios	49
2.10.2.1 Tablas de evaluación de criterios	50
2.11 Obtención de la matriz	56
2.12 Desarrollo del método de la Media Aritmética	57
2.12.1 Obtención del orden de prioridad (I)	57
2.12.2 Efectividad de las estrategias	60
2.12.3 Respuesta del problema resuelto	63
Conclusiones Parciales	64
Capítulo 3: Propuesta de solución	65
Introducción	65
3. Funcionamiento de la aplicación	65
3.1. Opción de Configuración	65
3.2. Opción de Entrada de Datos	66
3.3. Opción Visualizar Matriz	67
Conclusiones parciales	73
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES	75

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
Bibliografía	78
ANEXOS	80
GLOSARIO DE TÉRMINOS	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Método de las Jerarquías Analíticas (AHP).....	22
Figura 2. Ventaja y desventajas de métodos de optimización multicriterial	23
Figura 3. Análisis de la pregunta 1	33
Figura 4. Análisis de la pregunta 2.....	34
Figura 5. Ejemplo de mapa de influencia	35
Figura 6. Estadísticas para la pregunta 1.....	40
Figura 7. Gráfico circular con los valores para las estrategias.....	40
Figura 8. Gráfico de barra con los valores de frecuencia para las estrategias.....	41
Figura 9. Estadísticas para la pregunta 2.....	41
Figura 10. Gráfico circular con los valores de las alternativas para enfrentarse al enemigo.	42
Figura 11. Gráfico de barras con los valores de frecuencia para enfrentarse al enemigo.	42
Figura 12. Estadísticas para la pregunta 3.....	43
Figura 13. Gráfico circular con los valores para la preparación para enfrentar al enemigo.	43
Figura 14. Gráfico de barras con los valores frecuencia para la preparación para enfrentar al enemigo.	44
Figura 15. Estadísticas para la pregunta 4.....	44

Figura 17. Gráfico de barras con los valores frecuencia para las circunstancias en que se enfrentaría al enemigo.....	45
Figura 18. Gráfico circular con los valores para las circunstancias en que se enfrentaría al enemigo. .	45
Figura 19. Matriz de decisión	56
Figura 20. Evaluaciones cuantitativas de las estrategias relacionadas con los promedios de los criterios	57
Figura 21. Total del promedio de los criterios	59
Figura 22. Prioridades de los criterios	59
Figura 23. Matriz de decisión obtenida	60
Figura 24. Análisis de efectividad de acuerdo con las estrategias y los criterios	62
Figura 25. Asignación de los órdenes de prioridades	62
Figura 26. Opción de Configuración	66
Figura 27. Opción de Entrada de Datos	67
Figura 28. Código para calcular el peso de un criterio	68
Figura 29. Opción Visualizar Matriz. Muestra la matriz de decisión.....	69
Figura 30. Código que muestra el cálculo de la efectividad	71
Figura 31. Opción Visualizar Matriz para mostrar las efectividades de las estrategias	72
Figura 32. Elementos de un juego.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de los jugadores para E1- Avanzar en el juego	51
Tabla 2. Evaluación de los jugadores para E2- Escondarse del enemigo	53
Tabla 3. Evaluación de los jugadores para E3- Atacar al enemigo	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4. Evaluación de los jugadores para E4- Defenderse del enemigo.....	56

Introducción

No es posible imaginar, hoy en día, un campo de mayor trascendencia para el ser humano que el de toma de decisiones. Resulta muy incómodo no saber cómo seguir adelante ante ciertas circunstancias. Una vez que surge un problema, se debe tomar una decisión, dentro de las que se incluyen no hacer nada. Para darle solución al mismo se debe elegir una alternativa lo suficientemente racional y que permita maximizar el valor esperado al concluir la acción. Generalmente las personas realizan en silencio un plan de ejecución, que los guiará en la toma de decisiones, incluyendo decisiones relacionadas con modificar ese plan de acción, demostrando así, su inteligencia y flexibilidad de pensamiento en este proceso.

La creciente importancia que ha adquirido la utilización de herramientas cuantitativas para los procesos de gestión en un ambiente multicriterio, donde el logro de algunos objetivos va en detrimento de otros, requiere de un procedimiento sistemático que permita un análisis integral e información suficiente para la acertada toma de decisiones. Las soluciones posibles de acuerdo a esta estructura son aquellas que den cumplimiento al conjunto de restricciones del problema y que representen los mejores valores del criterio seleccionado.

La utilización de técnicas, aún cuando no sean las más sofisticadas, permiten buscar entre las soluciones aquella que obtenga un mejor valor del criterio seleccionado, a esto se le denomina solución óptima. Los procesos de toma de decisiones se han venido analizando tradicionalmente sobre la base a un paradigma que puede esquematizarse en dos formas principales: seleccionar el criterio bajo el cual se desea decidir la mejor solución y la definición del conjunto de restricciones que limitan la solución del problema.

El análisis multicriterio es usado para tomar decisiones en aspectos sociales y económicos, en los cuales es posible encontrar una pluralidad de escalas de medición (físicas, monetarias, cualitativas, etc.). Es un método que se ha determinado como el idóneo en multitud de campos de aplicación debido a que, frecuentemente surgen situaciones en las cuales hay que decidir entre varias alternativas, desde unas pocas a algunos centenares, teniendo en cuenta diversos criterios o puntos de vista.

En Cuba se han realizado esfuerzos para la introducción de estas técnicas en diferentes esferas de la economía y de la gestión empresarial. Se ha propuesto la utilización de técnicas multicriteriales utilizando la filosofía de los métodos ELECTRE, específicamente el ELECTRE II, el cual permite de forma sencilla obtener una solución a partir de la evaluación de un conjunto de criterios.

Con el desarrollo de la tecnología informática surgen los videojuegos, los cuales representan en la actualidad una de las formas más directas de lograr en los niños el desarrollo de una cultura informática y de simulación. Dichos juegos permiten alcanzar múltiples formas de diversión de acuerdo con la combinación de elementos de los diversos géneros que poseen. Específicamente en los juegos de estrategia, se necesita un cuidadoso análisis y la gestión de la información, así como, la capacidad de proyección para conseguir la victoria. La toma de decisiones y la gestión de recursos, resultan aspectos de suma importancia para conseguir los objetivos deseados. Tomando como punto de partida las maniobras que puedan realizar los personajes en los diferentes escenarios, la utilización de los métodos de análisis multicriterio, condicionará que se evalúe la efectividad de la decisión que debe ser tomada por el equipo.

En la actualidad se habla de Sistemas de Ayuda a la Decisión, ya que no es posible la sustitución del decisor humano, no sólo por motivos tácticos de ganar su confianza para poder implantar el sistema, sino mucho más importante: por la constatación de que no es eso lo que verdaderamente se necesita y realmente funciona en la práctica.

Situación Problemática:

El análisis multicriterio es un método que permite orientar la toma de decisiones a partir de varios criterios comunes. Estos modelos se utilizan con el propósito de emitir un juicio comparativo en los procesos de decisión. A través de los cuales, el decisor podrá estimar las posibles implicaciones que puede tomar cada curso de acción, de modo que logre obtener una mejor comprensión de las vinculaciones entre sus acciones y sus objetivos. En los proyectos de videojuegos que se desarrollan en la facultad 5, en particular, los juegos de estrategia, existen métodos de toma de decisiones basados en redes neuronales, los cuales, resultan costosos en tiempo, puesto que la red necesita ser entrenada antes de ponerla a funcionar. Por lo que se hace necesario buscar nuevas vías que optimicen el resultado, cuando se necesite tomar la mejor solución dentro de un conjunto de alternativas.

Problema a resolver:

¿Cómo utilizar el análisis multicriterial en la toma de decisiones en los proyectos de juegos de estrategia?

Objeto de estudio:

Proceso del análisis multicriterial aplicado a la toma de decisiones.

Objetivo general:

Mostrar una aplicación que refleje la mejor estrategia mediante el análisis multicriterial en juegos de estrategia.

Campo de acción:

Aplicación del método de la Media Aritmética dentro del análisis multicriterial, basado en la toma de decisiones en los proyectos de juegos de estrategia.

Idea a defender:

Si se aplica el análisis multicriterial en la toma de decisiones en juegos de estrategia, entonces se estará mostrando una nueva vía de solución para el proceso de realización de los mismos en la facultad 5.

Tareas investigativas:

- Revisión de fuentes bibliográficas sobre el tema de investigación para profundizar en lo referente a análisis multicriterio, incluyendo su aplicación a videojuegos.
- Consulta a expertos y aplicación del método Delphi para validar los criterios y estrategias utilizados.
- Estudio de los contenidos relacionados con el análisis multicriterial para aplicarlo en el tema investigativo.
- Consolidación de conocimientos de las técnicas de programación para programar la matriz como resultado final de investigación.
- Aplicación del asistente estadístico Statgraphics para validar la consulta a expertos.
- Estudio de los contenidos relacionados con juegos de estrategia para determinar de qué modo se pueden aplicar en ellos el análisis multicriterio.
- Presentación de una aplicación para mostrar mediante el análisis multicriterial la mejor estrategia durante el desarrollo del juego.

Métodos de la Investigación:

Métodos Teóricos usados en la presente investigación:

- **Analítico - Sintético:** Permitió analizar todos los tipos existentes de juegos de guerra y determinar los criterios que eran comunes a todos ellos para llevar a cabo la toma de decisiones con el fin de lograr una estrategia victoriosa.
- **La inducción - deducción:** Se analizaron por separado los criterios de veinte expertos y se generalizaron las estrategias fundamentales para lograr la victoria en un juego de guerra.

Métodos Empíricos usados en la investigación:

- **La observación y el experimento:** tienen su base en el proceso de aplicación del análisis multicriterio en los juegos de estrategia, para obtener las ideas más importantes que aporten al desarrollo de la investigación y a la adquisición de conocimientos específicos del tema.
- **Entrevistas:** se realizaron entrevistas a especialistas en juegos de estrategia para saber qué decisión tomar en un juego ante determinada situación.
- **Revisión bibliográfica:** permitió analizar la documentación necesaria para resumir, enunciar y describir los elementos más decisivos que se relacionan con el objeto de estudio.

Este trabajo de diploma está estructurado de la siguiente forma:

- **Capítulo 1: Fundamentación Teórica.** En este capítulo se abordan fundamentos teóricos del proceso de toma de decisiones y el análisis multicriterio, teniendo en cuenta las necesidades sociales en estos tiempos, donde cada día el desarrollo de la forma de pensar y el conocimiento de ciertas materias es muy acelerado.
- **Capítulo 2: Análisis multicriterio en juegos de estrategia.** En este se realiza un análisis a partir de los resultados arrojados en la entrevista realizada a los especialistas del Área Temática de Juegos de la Facultad 5, permitiendo conocer de manera exacta la situación existente en cuanto a la aplicación de este método.
- **Capítulo 3: Propuesta de Solución.** Se abordan temas relacionados con la solución obtenida a partir del desarrollo del método de la Media Aritmética para la toma de decisiones, para obtener la mejor estrategia. Se muestra una aplicación que permite obtener la misma mediante una matriz.

Capítulo 1: Fundamentación Teórica

Introducción

El avance de la sociedad y la forma de conciencia social traen consigo que cada vez se haga aún más compleja la toma de decisiones. En el presente capítulo se abordarán fundamentos teóricos del proceso de toma de decisiones y el análisis multicriterio, puntualizando específicamente en las necesidades sociales en que se vive, debido a que el desarrollo de la forma de pensar y el conocimiento de ciertas materias son muy acelerados día tras día.

1. Toma de decisiones

La toma de decisiones es uno de los aspectos más significativos en el desempeño de cualquier responsabilidad. No se puede cumplir con cierto compromiso si no se tiene facultad para tomar decisiones, así como no se puede tomar ninguna decisión si no se asume este ante cualquiera de sus repercusiones.

Un tópico poco conocido y por tanto no muy explorado es el papel que tiene la inteligencia para resolver problemas que tengan que ver con la toma de decisiones.

Se entiende por toma de decisiones encontrar una conducta adecuada para resolver una situación problemática determinada, en la cual pueden existir varias alternativas, dentro de las cuales algunas llevan aparejados resultados positivos y otras por el contrario pueden conducir a serias dificultades.

Cuando se detecta una amenaza real o imaginaria y, se ha tomado la decisión de llevar a cabo un plan para enfrentarse a ella, hay que analizar la situación de forma integral: determinar los elementos que son más relevantes y desechar los que no lo son tanto, valorar todas las relaciones existentes entre los mismos, así como de que forma se va a influir en ellos. Esta determinación de los elementos fundamentales es indispensable para lograr el objetivo deseado, pues cuando se tienen en cuenta aspectos que no tienen ninguna relevancia y se obvian otros que tienen un mayor peso puede conducir a dificultades.

Después que se ha determinado el problema y ha sido analizado profundamente, para tomar decisiones, se deben elaborar modelos de acciones alternativas, extrapolarlas para simular el resultado final y evaluar este teniendo en cuenta la incertidumbre de cada suceso que lo compone y el valor que subjetivamente se le asigna ya sea consciente o automático. Con esto se obtiene una idea de las consecuencias que puede

tener cada una de las acciones alternativas que se han definido y, que elementos usar para seleccionar la conducta más idónea que permita dirigir las acciones que se van a desarrollar para contrarrestar la amenaza detectada.

La toma de decisiones también puede ser definida de las siguientes maneras:

Una decisión es una elección consciente y racional, orientada a conseguir un objetivo, que se realiza entre diversas posibilidades de actuación (o alternativas). Antes de tomar una decisión deberemos calcular cual será el resultado de escoger una alternativa. En función de las consecuencias previsibles para cada alternativa se tomará la decisión. Así, los elementos que constituyen la estructura de la decisión son: los objetivos de quién decide y las restricciones para conseguirlos; las alternativas posibles y potenciales; las consecuencias de cada alternativa; el escenario en el que se toma la decisión y las preferencias de quien decide. (1)

“La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos alternativos de acción, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos.”

La toma de decisiones es el proceso de convertir información en acción. Es un proceso de identificación y formulación de soluciones factibles, evaluación de las soluciones y selección de la mejor solución. (2)

1.1. El proceso de toma de decisiones

El proceso de toma de decisiones se divide generalmente en cuatro partes:

1. Estructuración del problema de decisión: es parte del proceso de toma de decisión que comprende los siguientes componentes:

- **Definición del Problema:** es el paso inicial para la toma de decisiones; sin un problema bien definido, no hay objetivo definido y no hay una solución veraz.
- **Identificación de Alternativas:** es la detección de la cantidad de opciones que tiene el decisor para efectuar la toma decisión.
- **Determinación de Criterios:** corresponde a las características más relevantes que los decisores han considerado para luego evaluar en función a los criterios, que alternativa les resulta mas conveniente.

Existen dos tipos de criterios: cualitativos y cuantitativos.

2. **Análisis del problema de decisión:** es parte del proceso de toma de decisión consecuente de la estructuración del problema de decisión, que comprende los siguientes componentes:
 - **Evaluación de Alternativas:** depende del método de evaluación, considerando que la evaluación se hace en base a los juicios y a la experiencia del decisor, para el caso de tener criterios cualitativos; y en base a hechos y/o datos históricos para el caso de tener criterios cuantitativos.
 - **Elección de una Opción:** en función de la evaluación de las alternativas, se obtiene una alternativa con mejor perspectivas que otras.
3. **Implementación de la decisión:** al tener la alternativa más favorable, se procede a su ejecución.
4. **Evaluación de resultados:** ya estando en ejecución, los resultados que genera la alternativa pasan a ser evaluados.

La toma de decisiones, se considera como parte importante del proceso de planeación cuando ya se conoce una oportunidad y una meta, el núcleo de la planeación es realmente el proceso de decisión, por lo tanto dentro de este contexto el proceso que conduce a tomar una decisión se podría visualizar de la siguiente manera:

1. Elaboración de premisas.
2. Identificación de alternativas.
3. Evaluación de alternativas en términos de la meta deseada.
4. Elección de una alternativa, es decir, tomar una decisión.

1.1.1. Componentes de la decisión

La técnica de tomar decisiones en un problema está basada en cinco componentes primordiales:

Información: Estas se recogen tanto para los aspectos que están a favor como en contra del problema, con el fin de definir sus limitaciones.

Conocimientos: Si quien toma la decisión tiene conocimientos, ya sea de las circunstancias que rodean el problema o de una situación similar, entonces estos pueden utilizarse para seleccionar un curso de acción favorable.

Experiencia: Cuando un individuo soluciona un problema en forma particular, ya sea con resultados buenos o malos, esta experiencia le proporciona información para la solución del próximo problema similar.

Análisis: No puede hablarse de un método en particular para analizar un problema, debe existir un complemento, pero no un reemplazo de los otros ingredientes. En ausencia de un método para analizar matemáticamente un problema es posible estudiarlo con otros métodos diferentes. Si estos otros métodos también fallan, entonces debe confiarse en la intuición.

Juicio: El juicio es necesario para combinar la información, los conocimientos, la experiencia y el análisis, con el fin de seleccionar el curso de acción apropiado. No existen substitutos para el buen juicio. (3)

1.2. La Inteligencia Artificial

La Inteligencia Artificial, se ha convertido en las últimas décadas en la más popular de todas las ciencias, propiciando un acelerado incremento de la utilidad de los sistemas de cómputo. Es un área de la investigación donde se combinan las computadoras, la fisiología y filosofía, reuniendo varios campos como la robótica y los Sistemas de Expertos (SE), los cuales tienen en común la creación de máquinas que pueden pensar por medio de algoritmos.

La Inteligencia Artificial es una rama de la Informática que trata de enfocar el concepto de Inteligencia en las máquinas. Uno de los conceptos de este campo es precisamente diseñar sistemas que actúen racionalmente, enfocándose en el diseño de agentes inteligentes. (4)

Entre las múltiples aplicaciones que tiene esta rama del conocimiento está el aprendizaje, que se basa en la modelización de conductas para su implante en computadoras. Esta aplicación en los últimos tiempos ha cobrado mucho auge, que ha estado condicionado por surgimiento de técnicas muy potentes. Una de ellas es el análisis multicriterio, el cual se ha convertido, por su efectividad, en un paradigma.

1.3 Inicios del análisis multicriterio

Los primeros trabajos de esta revolución científica en el campo de las ciencias de la decisión fueron desarrollados en Koopmans (1951) y de Kuhn & Tucker (1951). Otro trabajo crucial para el desarrollo del paradigma multicriterio es el desarrollado por Charnes, Cooper & Ferguson (1955) y que fue mejorado posteriormente por Charnes & Cooper en 1961.

La aparición en la década de los sesenta del llamado paradigma decisional multicriterio ha supuesto una verdadera revolución en el campo de la teoría de la decisión. El movimiento multicriterio sustenta que los agentes económicos no toman sus decisiones en base a la consecución de un único objetivo sino varios. Sin embargo, en la práctica no existe una solución factible que verifique todos los objetivos. Por tanto, el enfoque multicriterio pretende bien buscar un equilibrio o compromiso entre los distintos objetivos en conflicto, o bien satisfacer en la medida de lo posible una serie de metas asociadas a esos objetivos.

El indiscutible éxito y apoyo sociológico por la comunidad científica del paradigma decisional multicriterio ha culminado con la aparición de una revista, el *Journal of Multi - Criteria Decision Analysis*, en ese momento histórico puede decirse que el paradigma de la decisión multicriterio fue aceptado por la comunidad científica. Dicha revista, ha confirmado la existencia de dos contextos decisionales: monocriterio y multicriterio. Puede decirse entonces que la teoría de la decisión monocriterio constituye un viejo paradigma superado por el enfoque multicriterio. El viejo enfoque puede reducirse al nuevo paradigma como un caso particular del mismo.

1.3.1 Definición de análisis multicriterio

El análisis multicriterio es un método que permite orientar la toma de decisiones a partir de varios criterios comunes. Estos modelos se utilizan con el fin de emitir un juicio comparativo en los procesos de decisión. Tomando como punto de partida un amplio número de criterios, dicho método garantiza evaluar la efectividad de la decisión que debe ser tomada por la persona o el equipo que decide, llamada el decidor, teniendo en cuenta, además, los eventos desconocidos que pueden afectar el o los resultados, los posibles cursos de acción, y el o los resultados mismos. En esta actividad se ven implicados otros actores, entre ellos, los técnicos y beneficiarios.

Los problemas de decisión tienen que ver con dos o más criterios que se encuentran en conflicto en el momento en que se desea identificar la mejor alternativa. De ahí que el objetivo del análisis multicriterio es alcanzar la mejor solución posible mediante la simplificación del problema y respetando en todo momento las preferencias de los actores.

El análisis de decisiones multicriterio constituye una forma de modelar los procesos de decisión, en los que entran en juego: una decisión a ser tomada, los eventos desconocidos que pueden afectar el o los resultados, los posibles cursos de acción, y el o los resultados mismos. Mediante los modelos multicriterio

el decisor podrá estimar las posibles implicaciones que puede tomar cada curso de acción, de modo a obtener una mejor comprensión de las vinculaciones entre sus acciones y sus objetivos.

1.3.2. Aspectos esenciales

1.3.2.1 Terminología

- Alternativas: opciones que tiene el decisor para la toma de decisión.
- Criterios: características estándar que describen a las alternativas de manera objetiva (cuantitativa) y subjetiva (cualitativa).
- Objetivo: es el motivo por el cual se está procediendo a tomar una decisión, que está en función a los requerimientos del decisor.
- Meta: aspiraciones que expresan el nivel deseado de los atributos.

El movimiento multicriterio sustenta que los agentes económicos no toman sus decisiones en base a la consecución de un único objetivo sino varios. Sin embargo, en la práctica no existe una solución factible que verifique todos los objetivos. Por tanto, el enfoque multicriterio pretende bien buscar un equilibrio o compromiso entre los distintos objetivos en conflicto, o bien satisfacer en la medida de lo posible una serie de metas asociadas a esos objetivos. (5)

1.3.2.2 Recursos

Entre los recursos que se requieren para poner en práctica el análisis multicriterio se encuentran:

Recursos en tiempo: La realización de este análisis requiere tiempo, salvo en situaciones muy simples o en caso de recopilación de opiniones. Los análisis multicriterio suelen durar varios meses.

Recursos humanos: Salvo en casos muy sencillos, el análisis multicriterio implica la intervención de diversos grupos de actores. Básicamente, el análisis multicriterio requiere la intervención de los siguientes actores:

- el grupo: grupo de negociación (en planificación) o de juicio (en evaluación), formado por las personas que aportan su conocimiento y punto de vista sobre el tema analizado.
- el coordinador: guía al grupo en las diferentes etapas del análisis. Debe conocer bien el método y, en casos de fuertes divergencias en el seno del grupo de negociación, desbloquear la situación.

Grupo o equipo técnico: Según la envergadura y la tecnicidad de la misión, pueden intervenir en el análisis otros actores.

- un ayudante técnico que domine a la perfección el uso de los programas necesarios para la realización de determinados análisis multicriterio (por ejemplo programas informáticos específicos o sistemas de información geográfica) y que, por otro lado, debe ser capaz de elaborar datos fácilmente comprensibles por un público no especializado.
- expertos encargados de la recopilación de datos para el grupo de negociación, con el fin de completar la información según se avanza en el estudio.

Recursos financieros: La envergadura de los recursos financieros puede ser muy variable. En el marco de la evaluación de la ayuda al desarrollo, la factibilidad de un análisis multicriterio implica cierto grado de sencillez y coste reducido. Sin embargo, según los presupuestos asignados, el análisis multicriterio puede llegar a ser bastante complejo. (6)

1.3.3 Ventajas del análisis multicriterial

Existen circunstancias en las cuales un equipo de especialistas tiene ante sí, una gran complejidad en las decisiones que debe tomar. Situaciones como estas ameritan la utilización de alguna herramienta que logre modelar adecuadamente el problema y proporcione la vía que les facilite a aquellas personas responsables de tomar las decisiones, un apoyo en el proceso de evaluación de las alternativas. Si bien es cierto que el objetivo global debe ser el mismo, las opiniones de los actores a menudo son opuestas y los decisores en su mayoría no son capaces de integrar la totalidad de la información en su valoración. El análisis multicriterial permite encontrar soluciones en discusiones complejas como estas, descomponiendo y estructurando el estudio y avanzando paso a paso con toda transparencia. Permite también una valoración estable de los distintos criterios incluidos en el análisis, conduciendo el proceso hacia la solución más óptima.

El análisis multicriterio puede servir para:

- Evaluar la capacidad de diversas acciones de un programa para alcanzar un determinado objetivo. Este trabajo puede realizarse para registrar las valoraciones sobre su eficacia por parte de responsables y beneficiarios.

- Estructurar las valoraciones de los responsables de proyecto o de programa sobre acciones en curso.
- Discutir sobre el contenido de los programas y las asignaciones de los recursos entre acciones durante la elaboración de las estrategias y los programas.
- Encontrar una solución en situaciones complejas. (7)

La principal ventaja del análisis multicriterio es su utilidad para simplificar situaciones complejas. Efectivamente, se ha comprobado que, más allá de determinados criterios, la mayoría de los decisores no son capaces de integrar la totalidad de la información en su valoración. Descomponiendo y estructurando el estudio, el análisis multicriterio permite avanzar paso a paso hacia la búsqueda de una solución, con toda transparencia.

El análisis multicriterio es conocido por las siguientes características:

Un método comprensible

Aunque las herramientas matemáticas o cartográficas empleadas para tratar la información puedan ser complejas, las bases sobre las que se realiza la selección de los criterios y la puntuación de los resultados son a menudo sencillas, comprensibles y determinadas por el grupo que conduce el análisis. Gracias a ello, los actores implicados pueden seguir con claridad el proceso y las selecciones realizadas.

Un método racional

Gracias al estudio homogéneo y simultáneo de un gran número de factores, este método permite también una valoración estable de los diferentes elementos incluidos en el análisis. En este sentido, racionaliza el proceso que conduce a las decisiones.

Una herramienta de negociación útil en discusiones complejas

Dadas sus ventajas, el análisis multicriterio se ha convertido en un instrumento muy utilizado en la resolución de problemas complejos y en contextos conflictivos, como por ejemplo el de la ordenación territorial.

La claridad del método contribuye a "sosegar pasiones" durante el debate y a aumentar y desarrollar la comunicación entre los actores. Es, pues, una herramienta de negociación de gran utilidad en las discusiones entre los usuarios. (8)

1.4 Clasificación de los métodos multicriteriales

1.4.1 Tipos de Métodos Multicriterios teniendo en cuenta las alternativas

El problema de la decisión multicriterio se plantea tanto en las empresas como en otros tipos de organizaciones, pues es difícil que una decisión satisfaga a todos los implicados. En las situaciones en que un decisor se encuentra ante la disyuntiva de escoger entre varias posibilidades llamadas alternativas, donde la unión de estas constituye su conjunto de elección, se tienen en cuenta diversos puntos de vista denominados criterios. Estos criterios son, parcialmente contradictorios en el sentido de que si el decisor adopta uno de dichos puntos de vista, no escogerá la misma alternativa que si se basa en otro de estos criterios.

La Toma de Decisiones Multiatributo MADM trabaja con un número finito, generalmente pequeño, de alternativas predeterminadas, $A = \{ A1 , A2 , . . . , Am \}$ del cual se conoce además su evaluación sobre cada uno de los atributos, $X1 , X2 , . . . , Xn$, que no tiene que ser necesariamente cuantificable y que se representa a través de la denominada matriz de decisión.

En cambio, la Toma de Decisiones Multiobjetivo MODM está asociada a problemas cuyas alternativas están definidas por medio de restricciones, y son, en general, infinitas. El objetivo, por tanto, de estos modelos es diseñar la “mejor” alternativa.

Otra diferencia fundamental entre estos enfoques es que en el caso de la MODM los diferentes atributos vienen siempre expresados a partir de unas variables de decisión numéricas, mientras que en la MADM no sucede así y los atributos que aparecen en la MADM pueden ser incluso cualitativos. Esto hace el análisis más rico, aunque también más complicado, puesto que estos datos cualitativos o blandos, no se pueden tratar de la misma forma que los cuantitativos. (9)

1.4.2 Métodos de Decisión Multicriterios Discretos

Los Métodos de Decisión Multicriterio Discretos se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto a problemas que, por naturaleza o diseño, admiten un número finito de alternativas de solución, a través de:

- Un conjunto de alternativas estable, generalmente finito; se asume que cada una de ellas está perfectamente identificada, aunque no son necesariamente conocidas en forma exacta y completa todas sus consecuencias cuantitativas y cualitativas.

- Una familia de criterios de evaluación (atributos, objetivos) que permiten evaluar cada una de las alternativas conforme a los pesos o ponderaciones asignados por el agente decisor y que reflejan la importancia relativa de cada criterio; las propiedades de una familia de criterios consistente son: exhaustividad, coherencia, no-redundancia (independencia), mensurabilidad y economicidad.
 - Una matriz de decisión o de impactos que resume la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio; una valoración (precisa o subjetiva) de cada una de las soluciones a la luz de cada uno de los criterios; la escala de medida de las evaluaciones puede ser cuantitativa o cualitativa, y las medidas pueden expresarse en escalas cardinal (razón e intervalo), ordinal, nominal, y probabilística.
 - Una metodología o modelo de agregación de preferencias en una síntesis global; ordenación, clasificación, partición, o jerarquización de dichos juicios para determinar la solución que globalmente recibe las mejores evaluaciones.
 - Un proceso de toma de decisiones (contexto de análisis) en el cual se lleva a cabo una negociación consensual entre los actores o interesados (analista -'experto'-, decisor, y usuario).
- (11)

Algunos de los métodos de decisión multicriterios discretos mayormente conocidos son los siguientes:

Método de las Jerarquías Analíticas (AHP)

Consiste esencialmente en formalizar nuestra comprensión intuitiva de problemas complejos utilizando una estructura jerárquica. El propósito del A.H.P. es permitir que el decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, dándole la forma de una jerarquía de atributos, la cual contendría mínimamente tres niveles: el propósito u objetivo global del problema, ubicado en la parte superior, los varios criterios que definen las alternativas en el medio, y las alternativas concurrentes en la parte inferior del diagrama. En la medida que los criterios sean muy abstractos, tal como bienestar humano, o capacidad, por ejemplo, pueden incluirse sub- criterios más operativos en forma secuencial entre el nivel de los criterios y el de las alternativas, lo que da origen entonces a una jerarquía multinivel.

Para la aplicación de este método es necesario que tanto los criterios como las alternativas se puedan estructurar de forma jerárquica. El primer nivel de jerarquía corresponde al propósito general del problema, el segundo a los criterios y el tercero a las alternativas. (10)

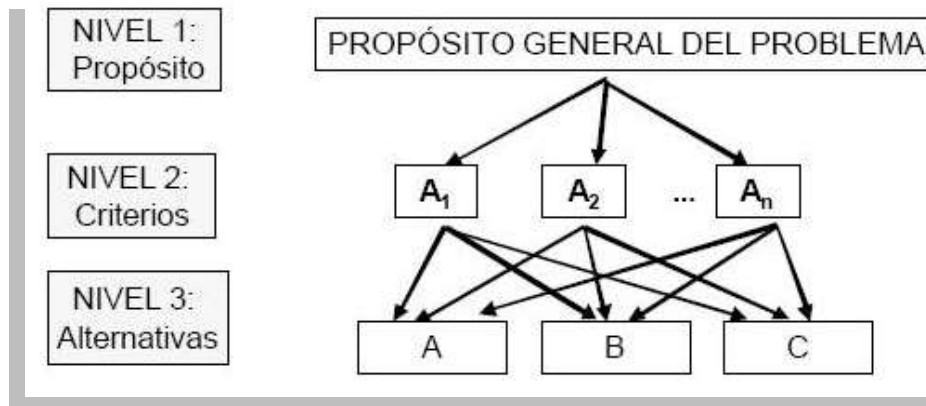


Figura 1. Método de las Jerarquías Analíticas (AHP)

Método Lexicográfico

Se parte de una matriz de valuación para la cual se han determinado las escalas apropiadas y se designa un criterio principal que será el criterio dictador. Aquella acción potencial que obtiene la mejor puntuación en ese criterio queda consagrada como la "mejor" acción. En caso que hubiera empate entre pares de acciones luego de efectuada esta primera selección, se aplica un procedimiento de desempate que consiste en recurrir al segundo criterio en orden de importancia (aquella acción que obtiene la mejor nota con el segundo criterio es la que queda clasificada como la mejor), o en el tercer criterio si fuera necesario, y así seguido.

Método de Programación por Compromiso (TOPSIS)

El método de Programación por compromiso, también llamado Topsis, de las siglas en ingles: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution, es una técnica de programación matemática utilizada originalmente en contextos continuos y que ha sido modificada para el análisis de problemas multicriterio de tipo discretos. Es utilizada para identificar soluciones que se encuentran lo más cerca posible a una solución ideal aplicando para ello alguna medida de distancia. Las soluciones así identificadas se denominan soluciones compromiso y constituyen el conjunto de compromiso.

Esta técnica está basada en el concepto que una alternativa seleccionada debe tener la distancia más corta posible hacia la solución ideal positiva y estar lo más lejos posible respecto de la solución ideal negativa.

1.4.3 Ventaja y desventajas de los métodos de optimización multicriterial

Actualmente, los métodos más utilizados son el de optimización de los productos indeterminados, el de empleo de la optimización en la solución de problemas de perfeccionamiento de las redes eléctricas (Borisov, 1984) y el método de la media aritmética (Díaz, 2002). La siguiente Tabla resume las principales ventajas y desventajas de cada método. (12)

Método	Ventajas	Desventajas
Media aritmética	Análisis multicriterial Varía la importancia de cada criterio Posibilidad de múltiples soluciones	Gran cantidad de cálculos
Productos indeterminados	Análisis multicriterial Sencillez en las operaciones	Solución limitada
Método de Borisov	Análisis multicriterial Permite variar las importancias de los criterios	Cálculo complejos y voluminosos

Figura 2. Ventaja y desventajas de métodos de optimización multicriterial

Puede surgir la interrogante acerca de cuál es el método multicriterio más apropiado para la optimización utilitaria multiatributo. Esta es una pregunta compleja, teniendo en cuenta que cada método multicriterio conlleva una serie de ventajas e inconvenientes, por lo tanto, resulta imposible establecer la superioridad de un método respecto a otros. Son las características específicas del problema, las que determinan, en la mayor parte de los casos, la elección del método multicriterio más adecuado, pues no existe y probablemente nunca exista, un método multicriterio mejor que los demás para cualquier tipo de problema decisional multicriterio.

Algunos autores como Gershon y Duckstein, 1983; Teclé y Duckstein, 1990; Ozernoy, 1992, apuntan que la elección del mejor método multicriterio es un problema multicriterio en sí mismo y tratan el problema de elección del método como un problema multicriterio discreto. (13)

1.4.4 Media Aritmética

Se elige el método de la media aritmética, porque ofrece la posibilidad de priorizar una función con respecto a otras. Además, es un método muy sencillo de implementar en un programa de computación y permite calcular el coeficiente de importancia (u_i), el cual permite trabajar de acuerdo con el orden de prioridad que el especialista considere y que, a su vez, se ajuste a las restricciones del trabajo en cuestión.

1.4.5. Aplicaciones del análisis multicriterio

Actualmente existen en el mercado varios softwares dedicados a la Decisión Multicriterio Discreta como lo son el AIM, Electre, Promcalc, McView, entre otros.

El análisis multicriterial se ha utilizado en varios campos de aplicación donde ha sido necesario elegir entre diferentes alternativas a evaluarse en base a varios criterios. Los siguientes ejemplos muestran la aplicación de los métodos multicriteriales para determinar la mejor decisión, aportando en estos, vías factibles de solución:

- Para la conservación de suelo, aplicado a una cuenca representativa del centro argentino, en Córdoba; con el objetivo de cuantificar el costo económico que tendría que incrementar la conservación de suelos para el productor agropecuario en su establecimiento, en los escenarios en los cuales el productor conoce y/o desconoce el costo de la erosión de suelos. (14)
- En la evaluación de impactos ambientales como una herramienta de ayuda a la toma de decisiones ambientales. Donde se inició con una revisión de la evolución histórica y legal de la evaluación del impacto ambiental y un estudio a la situación europea de cómo se han ido incorporando a la legislación de sus estados miembros las Directivas relativas, y la forma en que los Programas Comunitarios Medioambientales han influido en la política interna de medio ambiente con un énfasis especial al caso de España y particularmente de Cataluña. Se hace también un breve análisis a la situación en los países de América. (15)
- Para el análisis objetivo de los beneficios derivados de la aplicación de diversas alternativas del sistema de aprovechamiento de los recursos hídricos del Gran Córdoba, República Argentina. Para la aplicación de la metodología de análisis multicriterio se utilizaron los resultados obtenidos de la aplicación de un modelo de simulación continua, el cual permite simular los procesos de complejos sistemas hídricos, otorgando así la capacidad de evaluar un gran número de posibles soluciones. (16)
- En el Estudio de Caso de dos Comunidades Indígenas en Oaxaca, México para la valoración campesina de la diversidad del maíz con el fin de obtener resultados a partir de los cuales se puedan plantear propuestas tendientes a establecer programas de conservación de la diversidad del maíz, y con ello contribuir a su conservación. (17)

1.4.6. Utilización del análisis multicriterial en Cuba

En Cuba, también se han aplicado estos métodos en los lugares que aquí se relacionan:

- Se aplicó este análisis en tres empresas para comenzar la aplicación del Programa de Intervención Macroergonómico, ellas son:
 - a. Un Combinado Textil.
 - b. Una Empresa de Fabricación de Calzado.
 - c. Una Empresa que ofrece servicios diversos (servicentros, taller automotriz, centros de elaboración, lavanderías, entre otros). (18)
- Para mejorar la gestión del mantenimiento en interruptores de potencia, lo cual fue una investigación en el área de gestión de mantenimiento en subestaciones eléctricas del grupo de investigación Eficiencia Energética de los Sistemas Eléctricos, de la Universidad de Camagüey, Cuba. (19)
- En el diseño del sistema de Gestión de la Calidad, para la evaluación y selección de los proveedores, con el fin de modelar las preferencias de los especialistas y tomar la mejor decisión, en la Facultad de Ingeniería Industrial del Instituto Superior Politécnico “ José Antonio Echeverría”. (20)

1.5. Videojuegos

La industria de los videojuegos ha servido como base para probar y desarrollar muchas técnicas de inteligencia artificial; beneficiándose a la vez con realistas modelos de inteligencia en sus productos de entretenimiento, que los hacen más atractivos para los usuarios. (21)

Los videojuegos son programas interactivos para el entretenimiento, que podemos disfrutar ejecutándolos a través de ordenadores, videoconsolas o teléfonos móviles. (22)

El éxito de los videojuegos se intuyó con el inicio de las videoconsolas que en poco tiempo empezaron a formar parte de los juguetes más vendidos del mercado. Con la incorporación de los ordenadores en los hogares, los productos se han ido ampliando y, en la actualidad, la variación y producción de juegos para videoconsolas, consolas portátiles y ordenadores son enormes. Los tipos de juegos también han ido cambiando con el tiempo adoptando una mayor diversificación. Al principio, la mayoría eran arcades. Es

decir, juegos donde lo más importante es la velocidad de respuesta. Poco a poco, el campo se ha ido ampliando y actualmente existen juegos de mesa, simulación, aventuras gráficas, juegos de role, juegos de estrategia, etc. En definitiva, la variedad de estilos y productos es muy amplia y diversa.

✓ Clasificación de los Videojuegos:

Estos pueden ser clasificados en varios grupos, entre los que están:

- Acción.
- Aventura.
- Carreras.
- Deporte.
- Simulación.
- Estrategia.

1.6 Juegos de estrategia

Los juegos de estrategia son videojuegos que se enfocan en la forma de jugar, en la cual se requiere una cuidadosa y habilidosa manera de pensar y capacidad de planeamiento para conseguir la victoria. En la mayoría de los juegos de estrategia, al jugador se le concede una vista del mundo absoluta, controlando indirectamente las unidades bajo su poder.

El origen de los juegos de estrategia está fuertemente vinculado con los juegos de mesa de este tipo. Los juegos de estrategia de computadora generalmente toman una de cuatros posibles formas arquetípicas, dependiendo de si el juego es por turnos, en tiempo real y si se enfoca en estrategia militar o tácticas.

✓ Subgéneros de los Juegos de estrategia:

- Juegos de construcción de imperios.
- Juegos de artillería.
- Juegos de estrategia en tiempo real.
- Juegos de estrategia por turnos.

- Juegos de táctica en tiempo real.
- Juegos de táctica por turnos.
- Juegos de guerra.

1.6.1. Algunos elementos que conforman un juego

Durante la investigación se obtuvo el conocimiento de algunos elementos que conforman un juego, los cuales aunque no son los únicos componentes del mismo, cuando están relacionados hacen que este tenga un mejor funcionamiento. (Ver Anexo 4, Figura 18)

1.6.2. Juegos de guerra

Los juegos de guerra son un subgénero de los juegos de estrategia cuyos componentes principales son guerras tácticas o estratégicas en un mapa. Los juegos de guerra pueden ser por turnos o en tiempo real y de estrategia o táctica.

Los juegos de guerra son juegos de mesa que simulan combates, batallas o enfrentamientos, tanto terrestres, como navales, aéreos, submarinos o espaciales.

Una técnica popular usada habitualmente en este tipo de juegos es el mapa de influencia.

1.7. Mapas de influencia

La utilización de mapa de influencia se trata de una matriz del mismo tamaño que el tablero de juego para almacenar la "utilidad" de cada posición correspondiente del tablero, a mayor valor, mayor es la posibilidad de que el agente se mueva a esa casilla. Por ejemplo, en el sencillo juego del tres en raya (tic-tac-toe) que se muestra en el siguiente escenario: (23)

x		
	o	
x	o	

Con la computadora jugando X, y le toca mover a X, y el mapa de influencia puede ser algo como lo siguiente:

0	5	0
9	0	0
0	0	0

El programa moverá a 2,1 (el valor más alto) y ganará el juego. Ten en cuenta que si esa oportunidad no existiera para el ordenador, entonces debería mover a 1,2 y bloquear la victoria del oponente. Para un pequeño tablero como el del tres en raya no es imprescindible, pero para juegos con tableros mucho más grandes los mapas de influencia pueden ser indispensables para controlar el mayor número de posiciones. (24)

1.8 Método Delphi

El método Delphi pretende extraer y maximizar las ventajas que presentan los métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Para ello se aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo. De esta forma se espera obtener un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos.

Este método presenta tres características fundamentales:

- Anonimato: Durante un Delphi, ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:
 - Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
 - Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
 - El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.
- Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios

anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.

- Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

En la realización de un Delphi aparece una terminología específica:

- Circulación:

Es cada uno de los sucesivos cuestionarios que se presenta al grupo de expertos.

- Cuestionario :

El cuestionario es el documento que se envía a los expertos. No es sólo un documento que contiene una lista de preguntas, sino que es el documento con el que se consigue que los expertos interactúen, ya que en él se presentarán los resultados de anteriores circulaciones.

- Panel:

Es el conjunto de expertos que toma parte en el Delphi.

- Moderador:

Es la persona responsable de recoger las respuestas del panel y preparar los cuestionarios.

Conclusiones Parciales

- En este capítulo se analizaron un conjunto de conceptos, los cuales se encuentran estrechamente vinculados, permitiendo, la comprensión de los distintos temas tratados durante la investigación.
- La inteligencia artificial y la toma de decisiones se encuentran altamente relacionadas en cada uno de los campos científicos, cuyo empleo se puede visualizar las aplicaciones que poseen.
- Se evidencia cómo el análisis multicriterio es más eficiente a la hora de tomar decisiones que el tradicional análisis monocriterio.
- No existe un método en el análisis multicriterio que sea superior al otro, sino que cada uno es más eficiente según las características específicas que el entorno requiera.

Capítulo 2: Análisis multicriterio en juegos de estrategia

Introducción

Durante la investigación se pudo determinar que el análisis Multicriterial es utilizado en varios campos de aplicación, pero apenas ha sido usado en la informática, a pesar de los grandes beneficios que aporta. En la facultad 5 de la Universidad de las Ciencias Informáticas, en el área temática de juegos, se han desarrollado algunos de estos, que utilizan métodos para obtener un funcionamiento óptimo y lograr así mayor calidad del producto terminado.

2. Aplicación de instrumentos para la recolección de información

De los instrumentos para la recolección de información se utilizaron la encuesta y la entrevista.

2.1. La encuesta

A través de una encuesta se obtiene la información específica de una muestra de la población mediante el uso de cuestionarios estructurados, que se utilizan para obtener datos precisos de las personas encuestadas.

En la actualidad, existen al menos cuatro tipos de encuesta que permiten obtener información primaria, estas son:

- Encuestas basadas en entrevistas cara a cara o de profundidad.
- Encuestas telefónicas.
- Encuestas postales.
- Encuestas por Internet.

En esta investigación las encuestas se realizaron cara a cara, con preguntas directas o personales a cada encuestado. Este tipo de encuesta tiene como ventajas el hecho de ser controladas y guiadas por el encuestador, a pesar del tiempo que pueda tardar la recolección de datos, lo cual permite obtener mayor información que con otros medios, tales como: el teléfono y el correo.

2.2. La entrevista

La entrevista consiste en un diálogo entablado entre dos o más personas: el entrevistador o entrevistadores que interrogan y el o los entrevistados que contestan. Una entrevista no es casual, sino

que es un diálogo interesado, con un acuerdo previo, que tiene como finalidad la obtención de información referente a los aspectos importantes que intervienen en la investigación, sustraídos de las preguntas respondidas. Su uso constituye un medio para el conocimiento cualitativo.

La entrevista puede ser individual o colectiva, en ambos casos el entrevistador debe elaborar una guía para su desarrollo. Puede ser, además, estructurada o no estructurada. La primera se basa en un cuestionamiento fijo, determinado y es aplicado a personas que no son especialistas en el tema, la no estructurada, que fue utilizada en el presente trabajo, es más abierta que la estructurada, prevé el tema pero no lleva un cuestionario rígido y puede variar de una persona a otra, es más flexible. Se aplica a especialistas en el tema, es una forma de obtener criterios de expertos.

2.3 Aplicación de encuesta para valorar el uso de métodos inteligentes

Se realizó una encuesta a 14 profesores con experiencia en el tema, dentro de los que se encuentran líderes de proyecto, los cuales son considerados como expertos en esta área. En la encuesta aparecen dos preguntas, y tiene como objetivo principal analizar la situación actual de la utilización de métodos inteligentes en esta parte de la facultad 5. El objetivo fundamental de la encuesta consistió en analizar el punto de partida de la investigación a realizar, relacionado con el estado del arte acerca del conocimiento del tema en cuestión.

Pregunta 1.

¿Es importante la incorporación de métodos que permitan obtener la decisión óptima en la estrategia de juegos con el objetivo de mejorar la calidad del producto terminado?

- Muy necesaria.
- Bastante necesaria.
- Necesaria.
- Poco necesaria.
- No necesaria.

Los resultados arrojados se evidencian en el siguiente gráfico:

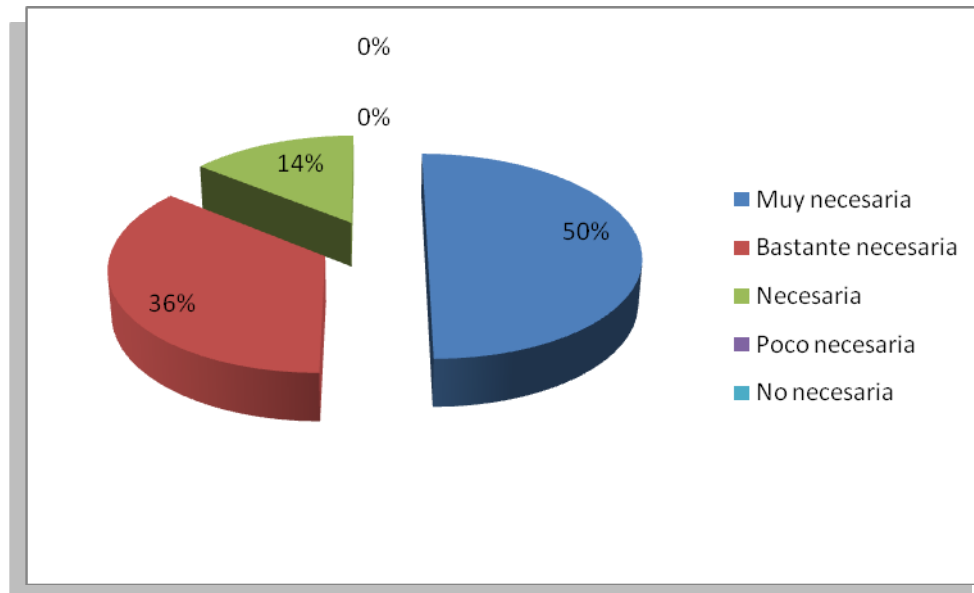


Figura 3. Análisis de la pregunta 1

En esta se obtuvieron como resultados que el 50% de los encuestados considera la incorporación de métodos que permitan obtener la decisión óptima en la estrategia de juegos como muy necesaria, 36% la consideran bastante necesaria y el 14% como necesaria. Ninguno consideró que no fuera necesaria, ni que fuera poco necesaria. Por lo anterior se pudo observar que era imprescindible trabajar con este tipo de método.

Pregunta 2.

¿Actualmente se utilizan métodos de toma de decisiones en los juegos desarrollados en los proyectos de la facultad? En caso afirmativa seleccione (con una X) algunos de estos métodos.

- Redes Bayesianas.
- Lógica difusa.
- Redes neuronales.
- Aprendizaje automático (Árboles de Decisión).
- Análisis multicriterial.

Los resultados arrojados se evidencian en el siguiente gráfico:

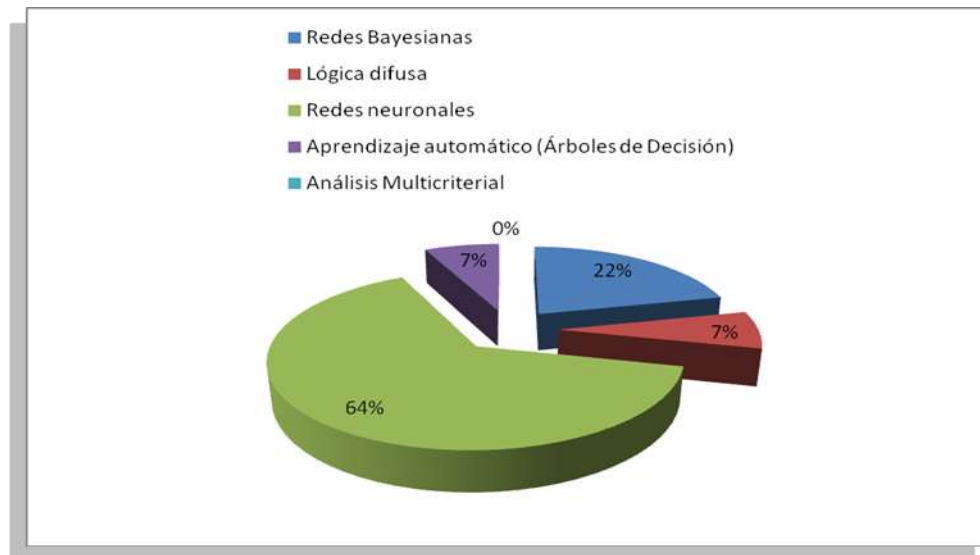


Figura 4. Análisis de la pregunta 2

Según las respuestas obtenidas, se pudo apreciar que el método más utilizado es el de las redes neuronales, que los de redes bayesianas y el aprendizaje automático también se usan, pero en menor medida, muy poco la lógica difusa y nada de análisis multicriterial.

✓ Valoración General:

Por todos los resultados obtenidos se hace necesario incorporar métodos, en función de la búsqueda de una adecuada efectividad en la toma de decisiones, pero aún la facultad 5 se encuentra en sus inicios en cuanto a este tema. De ahí que surjan nuevas ideas y métodos que posibiliten una mayor calidad en la confección de los juegos a desarrollar en los proyectos de esta área temática. El análisis multicriterial, apenas conocido por muchos actualmente, brinda otra vía de solución para lograr los objetivos deseados.

2.4. Análisis de un juego de estrategia

Un ejemplo de mapas de influencia se muestra en la figura que aparece a continuación y se ilustra el proceso de propagación. La cuadrícula superior izquierda muestra una posible situación de juego, en la cual tanques de dos jugadores son posicionados en varias celdas de una cuadrícula. En este ejemplo, cada tanque para el jugador claro suministrará una influencia positiva en una de las celdas, mientras que cada tanque para el jugador oscuro suministrará una influencia negativa.

La cuadrícula superior derecha demuestra como cada uno de esos tanques extenderá, o propagará su influencia a las celdas vecinas. Sólo dos tanques son mostrados para claridad. En este ejemplo, cada valor de influencia es propagado sólo un espacio en cada dirección y la influencia es dividida en dos partes cuando este se propaga. El resultado de esta propagación para cada celda es mostrado en la cuadrícula en la parte inferior izquierda. Las celdas con un valor positivo son influencias para el jugador claro y las celdas con valores negativos son influencias para el jugador oscuro. El mayor valor en la dirección positiva o negativa es el más influenciado para el respectivo jugador. La cuadrícula final en la parte inferior derecha muestra la misma influencia que el valor de la cuadrícula en la izquierda, pero la influencia es ilustrada en escalas de color gris.

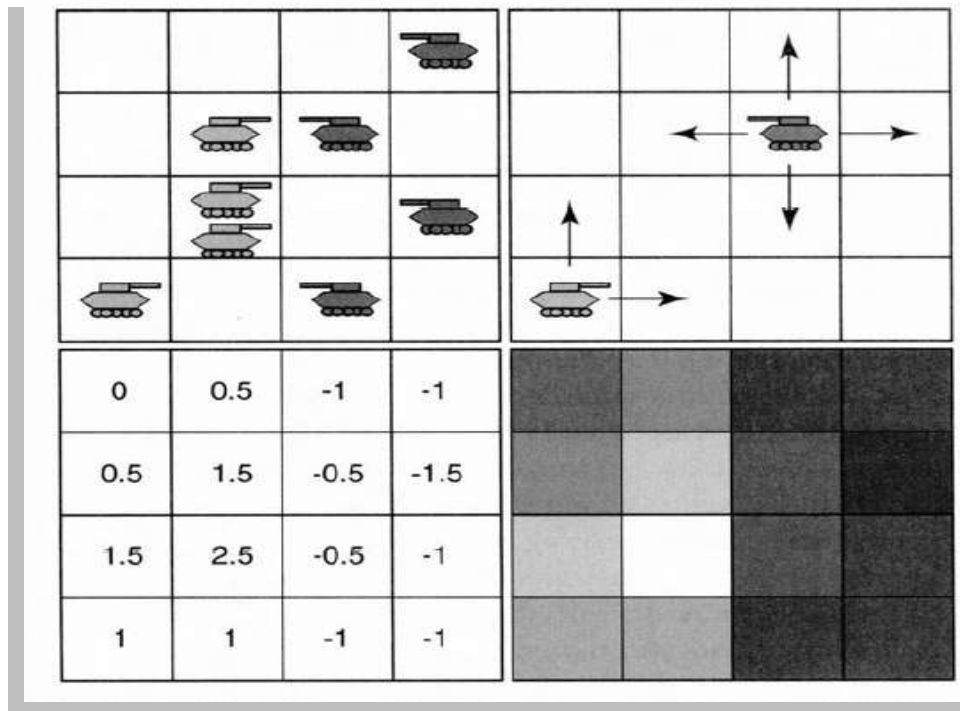


Figura 5. Ejemplo de mapa de influencia

2.5. Mapas de influencia

Los mapas de influencia constan de varias capas, cada una en representación de las diferentes variables en el juego, estas pueden indicar la ubicación del enemigo, las áreas que están sin explorar, las zonas donde se han producido importantes batallas y áreas donde es más probable que ataque en el futuro.

Cuando estas capas son combinadas, se pueden utilizar para tomar decisiones estratégicas sobre el juego, tales como: tomar decisiones acerca de dónde atacar o defender, dónde explorar, y dónde colocar los activos de defensa, de recolección de recursos, unidad de producción e investigación.

2.6 ¿Por qué utilizar el análisis multicriterial?

Una red neuronal puede ser usada en lugar de la suma ponderada, de acuerdo con ciertas limitaciones que esta presenta dentro de las que aparecen: el desarrollador tiene que elegir qué capas son relevantes para la decisión que se está realizando, el proceso de la elección de las variables relevantes que deben considerarse para la decisión es una cuestión de ensayo y error que trae como resultado, que el proceso sea largo y puede significar que información importante se deja fuera. Encontrar la correcta ponderación de cada capa para cada decisión es también una cuestión de ensayo y error. En fin, la suma ponderada significa que el promotor tendrá que pasar mucho tiempo en ajustar las ponderaciones y las variables de entrada para obtener los resultados deseados, y que la información importante puede ser que se pierda, a pesar del tiempo y el esfuerzo que se dedica.

La utilización de las redes neuronales es más eficiente que la suma ponderada. Efectivamente, estas redes se emplean para analizar la influencia de los datos de los mapas, de acuerdo con el número de unidades de la entrada, que se basará en el tamaño del mapa de juego y el número de capas en el mapa de influencia.

Para que la red resulte operativa es necesario entrenarla, lo que constituye el modo de aprendizaje. La mejor opción es generar a partir de datos reales sesiones de juegos de azar de humanos frente a otros humanos. En esta situación, un conjunto de datos podría ser construido, basado en las decisiones de los jugadores durante los diferentes estados de juego. Posteriormente, la red puede ser probada y afinada hasta lograr un adecuado nivel de rendimiento, momento en el que la red va a actuar como una máquina de estados y no se producirán más aprendizajes.

La red podría tener la posibilidad de seguir aprendiendo durante el juego, por lo que es capaz de adaptarse a cada jugador y saber qué estrategias funcionan mejor contra éste.

Este método requiere tiempo computacional por lo tanto, durante esta investigación se propone la utilización del análisis multicriterio para este tipo de situación, cuando se desea elegir el mejor camino a

seguir ante alguna determinación o circunstancia en un juego de estrategia. Esta metodología puede aportar beneficios ante esa problemática y proporcionar nuevas vías de trabajo.

2.7 Aplicación del método de la Media Aritmética

Los agentes controlados por computadora deben ser capaces de tomar decisiones inteligentes para lograr el buen entretenimiento del jugador. Con el fin de encontrar la mejor estrategia a seguir para alcanzar la victoria en un juego de estrategia de manera general, se aplica el método de la Media Aritmética.

Todo método de análisis multicriterial se desarrolla a partir de una matriz que sea capaz de resolver un problema de decisión, en este caso, lo principal es encontrar la estrategia más efectiva y que mejor satisfaga las preferencias del jugador, con la finalidad de alcanzar la victoria en un juego de estrategia.

Para la aplicación del método de la media aritmética y a partir del conocimiento adquirido del funcionamiento de los mapas de influencia, se eligieron variables generales que puedan ser utilizadas en cualquier juego de estrategia para posibles aplicaciones posteriores:

Variables de entrada:

➤ **Ubicación del enemigo.**

Analiza las posibles celdas donde puedan encontrarse las fuerzas enemigas y de esta forma evitar un encuentro no deseado.

➤ **Ubicación de obstáculos.**

Define las áreas donde resultará más problemático el avance de un específico personaje o equipo.

➤ **Zonas donde se han producido importantes batallas.**

Son los lugares que en el pasado fueron escenario de encuentros significativos y trascendentales entre los contrincantes.

➤ **Áreas donde es más probable un ataque en el futuro.**

Sitios que brindan las condiciones necesarias para la realización de un encuentro tanto sorpresivo como esperado entre los bandos enemigos.

Estas variables son el paso inicial para obtener la matriz, la cual estará conformada por un conjunto de **criterios** que fueron escogidos mediante entrevistas realizadas a un grupo de personas especialistas en

el tema, **las estrategias**, que mostrarán la acción que debe realizarse, la **evaluación cuantitativa de los criterios con relación a estas estrategias**, así como **el peso o la importancia** de dichos criterios.

2.8 Análisis de la entrevista

Fueron entrevistados 20 personas, considerados expertos en juegos de estrategia, dentro de ellos 6 profesionales vinculados al área temática de juegos y 14 jugadores de alto ranking, los cuales brindaron un fuerte apoyo al desempeño del trabajo. Inicialmente se les comentó el tema y el propósito de la investigación y se realizó un análisis, a partir del cual, quedaron conformadas un grupo de preguntas muy relacionadas a las variables de entrada conocidas anteriormente.

Las preguntas fueron las siguientes:

1. ¿Cuáles estrategias seguirías para obtener la victoria?
2. ¿Te desplazarías hacia enfrentamientos directos con el enemigo?
3. ¿Si todos los sitios a tu alrededor están rodeados de enemigos y tu objetivo es huir de los mismos, qué harías?
4. ¿Cómo cercarías al enemigo?
5. ¿Cómo te prepararías para el enfrentamiento con el enemigo?
6. ¿Cómo evitarías el enfrentamiento con el enemigo?
7. ¿Cuáles son las áreas a las que te dirigirías si deseas atacar?
8. ¿Cuáles consideras sean las áreas más favorables para la preparación de un enfrentamiento con el enemigo?
9. ¿Qué zonas están más propensas a un ataque enemigo?
10. ¿Bajo qué circunstancias te arriesgarías a pelear con el enemigo?
11. ¿Es efectivo utilizar obstáculos con el fin de desviar la visibilidad del enemigo?

A partir de los resultados de la entrevista, se decidió considerar un conjunto de estas preguntas para realizar una encuesta y así poder obtener los criterios necesarios para la aplicación del método de la Media Aritmética. Para validar la misma se utilizó el método Delphi el cual se basa en incorporar

elementos del sistema utilizando la inteligencia colectiva, donde un grupo de personas con experiencia y conocimientos profundos sobre un tema pueden dar opiniones que luego serán procesadas. A continuación se muestra el cuestionario presentado.

Cuestionario:

1. ¿Cuáles estrategias seguirías para obtener la victoria?
 - Atacar al enemigo (contrario).
 - Esconderse del enemigo (contrario).
 - Avanzar en el juego.
 - Defenderse del enemigo (contrario).
 - Huir del enemigo (contrario).

2. ¿Te desplazarías hacia enfrentamientos directos con el enemigo?
 - Sí
 - Generalmente
 - Quizás
 - Casi nunca
 - No

3. ¿Dónde te prepararías para el enfrentamiento con el enemigo?
 - Áreas donde exista un gran número de recursos.
 - Áreas apartadas que presenten un terreno favorable para la preparación.
 - Zonas rodeadas de enemigos.
 - Lugares donde no existan fuerzas contrarias.
 - Zonas de fácil visibilidad para el enemigo.

4. ¿Bajo qué circunstancias te arriesgarías a pelear con el enemigo?
 - Influir sobre el enemigo de manera inteligente.

Áreas donde el ambiente del juego permita un mejor ocultamiento sin impedir el avance.

Zonas donde el terreno ha sido dañando a causa de significativas batallas.

Ir de frente al enemigo.

Rodeados por el enemigo.

Para cada una de las preguntas se obtuvieron los resultados siguientes:

Pregunta # 1:

```
Count = 20
Average = 2,5
Variance = 1,21053
Standard deviation = 1,10024
Minimum = 1,0
Maximum = 5,0
Range = 4,0
Std. skewness = 0,72148
Std. kurtosis = -0,0694322
```

Figura 6. Estadísticas para la pregunta 1.



Figura 7. Gráfico circular con los valores para las estrategias.

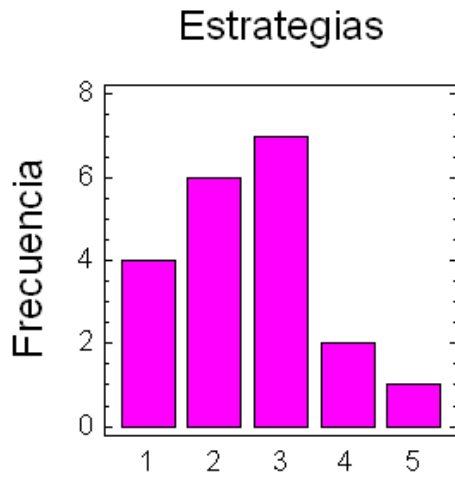


Figura 8. Gráfico de barra con los valores de frecuencia para las estrategias.

Pregunta # 2:

```
Count = 20
Average = 2,5
Variance = 1,42105
Standard deviation = 1,19208
Minimum = 1,0
Maximum = 5,0
Range = 4,0
Std. skewness = 1,32357
Std. kurtosis = 0,173543
```

Figura 9. Estadísticas para la pregunta 2.



Figura 10. Gráfico circular con los valores de las alternativas para enfrentarse al enemigo.

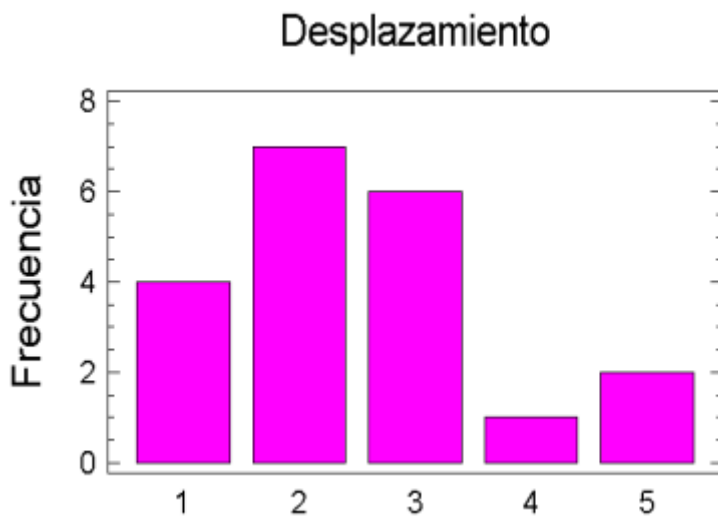


Figura 11. Gráfico de barras con los valores de frecuencia para enfrentarse al enemigo.

Pregunta # 3:

Count = 20
Average = 2,2
Variance = 1,43158
Standard deviation = 1,19649
Minimum = 1,0
Maximum = 5,0
Range = 4,0
Std. skewness = 1,84008
Std. kurtosis = 0,17431

Figura 12. Estadísticas para la pregunta 3.



Figura 13. Gráfico circular con los valores para la preparación para enfrentar al enemigo.

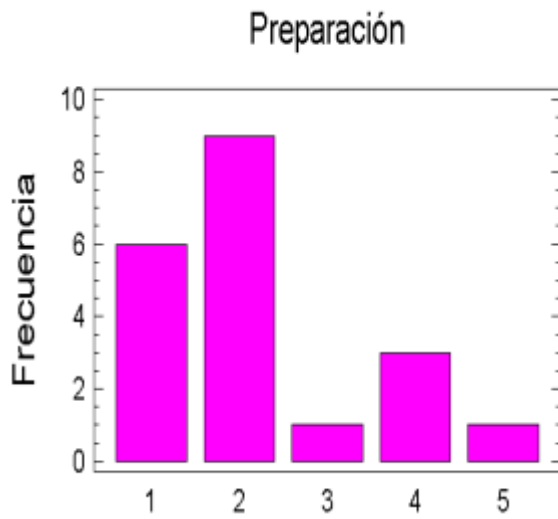


Figura 14. Gráfico de barras con los valores frecuencia para la preparación para enfrentar al enemigo.

Pregunta # 4:

```
Count = 20
Average = 2,15
Variance = 1,18684
Standard deviation = 1,08942
Minimum = 1,0
Maximum = 5,0
Range = 4,0
Std. skewness = 1,88149
Std. kurtosis = 0,995483
```

Figura 15. Estadísticas para la pregunta 4.

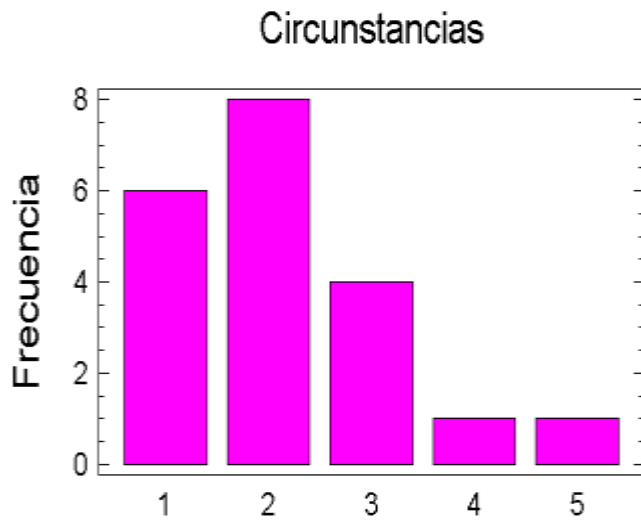


Figura 16. Gráfico de barras con los valores frecuencia para las circunstancias en que se enfrentaría al enemigo.



Figura 17. Gráfico circular con los valores para las circunstancias en que se enfrentaría al enemigo.

Como resultado general de este análisis se observó que la desviación estándar (S) se mantuvo con un valor muy cercano a 1, de lo cual se concluye que la muestra fue aceptada.

2.9 Estrategias y criterios en los juegos

Cada juego de estrategia tiene sus propias estrategias, las cuales solo podrían conocerlas verdaderos especialistas en juegos de este tipo. La entrevista mencionada dio paso también a la obtención de las principales estrategias a seguir para alcanzar la victoria:

➤ **E1- Avanzar en el juego.**

Seguir adelante evitando obstáculos y/o el ataque sorpresivo y no deseado del enemigo.

➤ **E2- Escondarse del enemigo.**

Pasar inadvertido cuando las condiciones no sean favorables.

➤ **E3- Atacar al enemigo.**

Momento oportuno para tomar ventaja sobre el enemigo.

➤ **E4- Defenderse del enemigo.**

Contraatacar ante el ataque enemigo.

Se obtuvieron un conjunto de criterios, por cada una de las variables existentes, dichos criterios se encuentran organizados como se muestra:

Ubicación del enemigo.

➤ **C1- Lugares donde no existan fuerzas del enemigo.**

Son aquellas zonas donde un equipo pueda prepararse mejor para una batalla sin la opresión enemiga.

➤ **C2- Influir sobre el enemigo de manera inteligente (buscar los lugares donde no existan más de dos enemigos).**

Este criterio es importante para el caso que no existan lugares libres de fuerzas enemigas y se desee evitar al enemigo.

Ubicación de obstáculos.

➤ **C3- Buscar áreas donde el ambiente del juego permita un mejor ocultamiento sin impedir el avance.**

Debe permitir que los jugadores puedan ocultarse del enemigo y que esto a su vez, no signifique problemas a la hora de seguir avanzando.

- **C4- Acorralar al enemigo de manera tal que le queden la menor cantidad de opciones de retirada.**

Se logrará obtener ventaja sobre el enemigo, presionándolo a retirarse hacia aquellos lugares donde los obstáculos impidan su paso.

Zonas donde se han producido importantes batallas.

- **C5- Reconocer las zonas donde el terreno ha sido dañado a causa de significativas batallas.**

Las zonas ya devastadas por las batallas anteriores no poseen los suficientes recursos, necesarios para prepararse para una siguiente batalla.

Áreas donde es más probable un ataque en el futuro.

- **C6- Áreas donde existan mayor cantidad de recursos.**

Estas áreas son propensas a un ataque enemigo, el cual, siempre atacará con el fin de obtener los recursos del contrario.

- **C7- Áreas de fácil acceso por el enemigo, por su cercanía o visibilidad.**

Son las zonas que le permiten el enemigo llegar sin grandes contratiempos.

2.10 Obtención de la evaluación cuantitativa de los criterios con relación a las estrategias

2.10.1 Encuesta para determinar el orden de prioridad de las Estrategias

Para responder este tipo de encuestas, se retomaron los especialistas anteriormente entrevistados.

Esta encuesta se realizó con el objetivo de elegir la mejor o las mejores estrategias a seguir cuando se desea ganar en el juego. Las preguntas fueron enfocadas de la siguiente manera:

Teniendo en cuenta una de las estrategias: (**E1- Avanzar en el juego**), (**E2- Escondarse del enemigo**), (**E3- Atacar al enemigo**) o (**E4- Defenderse del enemigo**), se debía responder qué tan importante es

cada uno de los criterios C_j , ($j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$), para la estrategia seleccionada. Recordar que estos criterios son:

- **C1- Lugares donde no existan fuerzas del enemigo.**
- **C2- Influir sobre el enemigo de manera inteligente (buscar los lugares donde no existan más de dos enemigos).**
- **C3- Buscar áreas donde el ambiente del juego permita un mejor ocultamiento sin impedir el avance.**
- **C4- Acorralar al enemigo de manera tal que le queden la menor cantidad de opciones de retirada.**
- **C5- Reconocer las zonas donde el terreno ha sido dañando a causa de significativas batallas.**
- **C6- Áreas donde existan mayor cantidad de recursos.**
- **C7- Áreas de fácil acceso por el enemigo, por su cercanía o visibilidad.**

Por ejemplo, evaluar la importancia de la estrategia **E1- Avanzar en el juego** cuando: te diriges hacia **C1- Lugares donde no existan fuerzas del equipo contrario**; en el momento en que deseas **C2- Influir sobre el enemigo de manera inteligente (buscar los lugares donde no existan más de dos enemigos)** y así cada uno de los 7 criterios, para cada estrategia.

A continuación se muestra la encuesta para la estrategia **avanzar en el juego**.

¿Qué tan importante es el criterio “Cj” si se desea seguir la estrategia: E1- Avanzar en el juego?

C1- Lugares donde no existan fuerzas del enemigo: zonas donde un equipo pueda prepararse mejor para una batalla sin la opresión enemiga.

Súper importante Muy importante Importante
 Poco importante No importante

C2- Influir sobre el enemigo de manera inteligente (buscar los lugares donde no existan más de dos enemigos): cuando se desea evitar al enemigo, para el caso que no existan lugares libres de fuerzas enemigas.

Súper importante Muy importante Importante
 Poco importante No importante

C3- Buscar áreas donde el ambiente del juego permita un mejor ocultamiento sin impedir el avance: permitir que los jugadores puedan ocultarse del enemigo y que esto no signifique problemas a la hora de seguir adelante.

Súper importante Muy importante Importante
 Poco importante No importante

C4- Acorrallar al enemigo de manera tal que le queden la menor cantidad de opciones de retirada: presionar al enemigo a retirarse a aquellos lugares donde los obstáculos impidan su paso.

Súper importante Muy importante Importante
 Poco importante No importante

C5- Reconocer las zonas donde el terreno ha sido dañando a causa de significativas batallas: las zonas ya devastadas por las batallas anteriores no son capaces de brindar los recursos necesarios con el fin de prepararse para una siguiente batalla.

Súper importante Muy importante Importante
 Poco importante No importante

C6- Áreas donde existan mayor cantidad de recursos: estas áreas son propensas a un ataque enemigo: este siempre atacará con el fin de obtener los recursos del contrario.

Súper importante Muy importante Importante
 Poco importante No importante

C7- Áreas de fácil acceso por el enemigo, por su cercanía o visibilidad: lugares hacia donde el enemigo puede llegar sin grandes contratiempos.

Súper importante Muy importante Importante
 Poco importante No importante

2.10.2 Evaluación de criterios

A consideración del decisor, se le otorgaron valores a cada una de las diferentes evaluaciones realizadas por los jugadores de cada criterio. Mientras más importante sea criterio, el valor tendrá un valor más alto. Estos valores son los siguientes

- 5: Súper importante 4: Muy importante 3: Importante
 2: Poco importante 1: No importante

2.10.2.1 Tablas de evaluación de criterios

Las siguientes tablas recogen la evaluación cuantitativa de cada uno de los criterios que se obtuvieron de todos los encuestados. En la última fila se ilustra el promedio del criterio calculado para los 20 jugadores.

Cálculo de los promedios:

$$\text{Promedio } C_j = \sum_{i=1}^{20} J_i$$

C_j con j=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

La siguiente tabla muestra la evaluación por criterios de los jugadores en el caso específico que la estrategia sea: **E1- Avanzar en el juego.**

Criterios Jugadores	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
J1	5	3	5	1	5	3	2
J2	4	4	4	4	4	3	3
J3	3	4	3	5	3	5	4
J4	5	4	5	4	5	3	3
J5	3	5	4	5	3	4	4

J6	4	4	4	5	2	4	2
J7	4	3	5	5	2	3	4
J8	3	3	3	4	2	5	4
J9	4	3	4	2	2	3	4
J10	3	4	3	4	5	3	3
J11	5	5	4	3	4	5	2
J12	5	3	4	5	3	3	3
J13	3	5	5	3	3	5	3
J14	5	5	5	5	5	5	5
J15	5	3	5	2	2	5	2
J16	4	5	5	2	3	5	2
J17	2	4	3	4	3	4	4
J18	3	3	3	3	4	2	4
J19	5	4	4	5	3	3	4
J20	4	5	4	2	2	3	3
Promedio	3.95	3.95	4.10	3.65	3.25	3.80	3.25

Tabla 1. Evaluación de los jugadores para E1- Avanzar en el juego.

En la tabla que aparece a continuación se muestra la evaluación por criterios de los jugadores en el determinado caso de la estrategia: **E2- Esconderse del enemigo**.

Jugadores \ Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
J1	5	5	5	1	3	4	1
J2	4	2	4	2	2	1	4
J3	5	5	5	3	2	5	4
J4	3	5	4	4	5	4	5
J5	3	4	5	1	2	1	1
J6	4	5	5	5	2	2	2
J7	5	4	5	2	4	4	4
J8	4	3	3	1	2	4	4
J9	5	4	5	2	3	4	4
J10	4	5	3	3	2	5	5
J11	4	2	4	1	5	1	4
J12	5	4	5	1	4	1	1
J13	5	5	5	2	2	5	5
J14	5	5	5	5	5	5	5

J15	3	2	2	1	2	1	1
J16	3	5	3	2	5	2	2
J17	5	4	5	1	3	2	3
J18	4	3	3	2	2	3	3
J19	3	4	5	3	4	4	4
J20	4	2	2	3	4	4	1
Promedio	4.15	3.90	4.15	2.25	3.15	3.10	3.15

Tabla 2. Evaluación de los jugadores para E2- Esconderse del enemigo.

En la siguiente tabla se muestra la evaluación por criterios de los jugadores en el caso estipulado para la estrategia: E3- Atacar al enemigo.

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
J1	1	2	1	5	3	4	3
J2	1	4	1	4	2	4	3
J3	4	3	2	4	2	2	5
J4	3	5	4	5	5	5	3
J5	1	2	2	5	2	5	3
J6	5	3	5	5	2	3	5

J7	5	5	4	4	2	4	2
J8	4	3	2	5	4	5	3
J9	2	5	1	5	3	3	4
J10	3	2	5	5	2	2	3
J11	1	5	1	3	2	5	3
J12	5	5	2	5	1	5	2
J13	3	5	5	5	2	5	5
J14	5	5	5	5	5	5	5
J15	5	3	4	3	2	4	4
J16	5	2	1	3	1	4	3
J17	4	5	2	3	3	3	3
J18	3	4	5	4	1	3	2
J19	2	3	3	4	2	2	3
J20	3	3	4	5	4	3	2
Promedio	3.25	3.70	2.95	4.35	2.50	3.80	3.30

Tabla 3. Evaluación de los jugadores para E3- Atacar al enemigo.

En la tabla que aparece a continuación se muestra la evaluación por criterios de los jugadores en el caso estipulado para la estrategia: E4- Defenderse del enemigo.

Criterios Jugadores	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
J1	3	5	3	1	3	3	1
J2	4	4	4	1	1	2	2
J3	3	4	3	2	2	4	5
J4	3	3	3	4	3	4	5
J5	2	2	3	1	5	5	5
J6	5	5	5	3	3	3	1
J7	5	3	4	1	3	2	5
J8	5	4	4	2	3	5	5
J9	4	5	4	3	3	4	4
J10	5	4	4	5	5	3	5
J11	5	2	5	1	5	1	5
J12	5	3	3	1	1	5	1

J13	5	5	5	5	2	5	5
J14	5	5	5	5	5	5	5
J15	3	3	5	1	2	4	5
J16	5	5	4	2	3	2	3
J17	3	3	4	1	5	3	3
J18	5	4	3	3	3	2	3
J19	3	3	3	3	4	5	4
J20	4	4	2	5	3	2	4
Promedio	4.10	3.80	3.80	2.50	3.20	3.45	3.80

Tabla 4. Evaluación de los jugadores para E4- Defenderse del enemigo.

2.11 Obtención de la matriz

Todos los métodos multicriteriales parten del siguiente modelo de trabajo único:

Criterios		C1.....Cj	Cn
Estrategias	E1	:	
	:	:	
	Eie _{ij}	
	:		
	Em		
Pesos		W1.....Wj	Wn

Matriz de decisión

Figura 18. Matriz de decisión

Donde:

- e_{ij} : son las **evaluaciones cuantitativas** de la media aritmética (el promedio) de cada criterio Cp_j , ($j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$) según las respuestas de los 20 jugadores con relación a cada una de las estrategias E_i ($i = 1, 2, 3, 4$).
- W_j : el **peso** es la importancia para un determinado criterio.

El método debe ser capaz de seleccionar aquella estrategia que satisfaga las preferencias del decisor, partiendo de la matriz.

Seguidamente se muestra la matriz con los valores que hasta ahora se han obtenido.

Promedios de los Criterios Estrategias	Cp1	Cp2	Cp3	Cp4	Cp5	Cp6	Cp7
E1	3.95	3.95	4.10	3.65	3.25	3.80	3.25
E2	4.15	3.90	4.15	2.25	3.15	3.10	3.15
E3	3.25	3.70	2.95	4.35	2.50	3.80	3.30
E4	4.10	3.80	3.80	2.50	3.20	3.45	3.80

Figura 19. Evaluaciones cuantitativas de las estrategias relacionadas con los promedios de los criterios

El peso o la prioridad se determinarán más adelante.

2.12 Desarrollo del método de la Media Aritmética

2.12.1 Obtención del orden de prioridad (I)

Con este método de análisis multicriterial el especialista puede asignarle a las funciones que satisfacen los criterios seleccionados, diferentes órdenes de prioridad teniendo en cuenta sus propios intereses. Para ello se emplea como criterio de optimización:

$$E = \sum_{i=1}^n U_i \cdot e_{ij}; \text{ sea máximo.}$$

Donde:

i: **número de funciones objeto de análisis**. La cantidad de criterios con los cuales se cuenta, en este caso, dicha cantidad es 7.

U_i : **importancia o prioridad dada la función**. La importancia para cada uno de los criterios.

Para ésta se cumple que:

$$\sum_{i=1}^n U_i = 1$$

Los diferentes órdenes de prioridad se obtuvieron a partir de un análisis del resultado arrojado por las encuestas. Por cada criterio, se tomaron las valoraciones realizadas por todos los jugadores del mismo. Se utilizaron los promedios de cada criterio para las cuatro estrategias. Es decir, estos órdenes se obtuvieron a partir de los totales de cada criterio que se muestran a continuación.

$$\text{Total } C_{pj} = \sum_{i=1}^4 E_i$$

C_{pj} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$.

Así, se obtiene el total de los promedios para el primer criterio de esta manera.

$$\text{Total } C_{p1} = e_{11} + e_{21} + e_{31} + e_{41}$$

Se realizó la suma de los valores de los totales alcanzados para cada promedio de criterio. El resultado final se obtuvo mediante la división de cada uno de dichos totales entre el total de la suma de estos. La sumatoria de todos los órdenes de prioridad debe ser igual a 1.

La tabla que se muestra en la siguiente figura recoge las cifras que indican los totales correspondientes para cada uno de los criterios, de los jugadores en las diferentes estrategias y el total de la suma de los mismos.

Promedios de los Criterios	Total
Cp1	15,45
Cp2	15.35
Cp3	15.00
Cp4	12.75
Cp5	12.10
Cp6	14.15
Cp7	13.50
Suma Total	98.30

Figura 20. Total del promedio de los criterios

A continuación se muestran los valores de los órdenes de prioridad para los criterios o las funciones.

Criterios	Orden de prioridad (I)	
C1	U1	0,16
C2	U2	0,16
C3	U3	0,15
C4	U4	0,13
C5	U5	0,12
C6	U6	0,14
C7	U7	0,14
Suma		1

Figura 21. Prioridades de los criterios

En este momento se cuenta con todos los datos necesarios para conformar completamente la matriz: las estrategias, los criterios con su importancia, así como la evaluación de ambos.

Promedios de los Criterios Estrategias	Cp1	Cp2	Cp3	Cp4	Cp5	Cp6	Cp7
E1	3.95	3.95	4.10	3.65	3.25	3.80	3.25
E2	4.15	3.90	4.15	2.25	3.15	3.10	3.15
E3	3.25	3.70	2.95	4.35	2.50	3.80	3.30
E4	4.10	3.80	3.80	2.50	3.20	3.45	3.80
Peso	0.16	0.16	0.15	0.13	0.12	0.14	0.14

Figura 22. Matriz de decisión obtenida

2.12.2 Efectividad de las estrategias

El término e_{ij} representa la efectividad de la función i en las j -ésimas variantes. Entonces se determina la efectividad de cada estrategia de la siguiente manera:

$$E_f(j) = e_{Cp1(j)} * U1 + e_{Cp2(j)} * U2 + e_{Cp3(j)} * U3 + e_{Cp4(j)} * U4 + e_{Cp5(j)} * U5 + e_{Cp6(j)} * U6 + e_{Cp7(j)} * U7$$

Donde:

U1: importancia asignada a la función del C1.

U2: importancia asignada a la función del C2.

U3: importancia asignada a la función del C3.

U4: importancia asignada a la función del C4.

U5: importancia asignada a la función del C5.

U6: importancia asignada a la función del C6.

U7: importancia asignada a la función del C7.

Posteriormente se analiza e_{ij} para cada criterio, la cual puede ser mínima o máxima y está dada por:

- Si se desea que la efectividad de la función i (las estrategias) en las j -ésimas variantes sea mínima, entonces:

$$e_{ij} = \frac{X_{ij\text{mín}}}{X_{ij}}$$

Donde:

$X_{ij\text{ min}}$: valor mínimo que toma la función i en las j -ésimas variantes.

X_{ij} : valores que toma la función i en las j -ésimas variantes.

➤ Si se desea que la efectividad de la función i en las j -ésimas variantes sea máxima, entonces:

$$e_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{ij\text{max}}}$$

Donde:

$X_{ij\text{ max}}$: valor máximo que toma la función i en las j -ésimas variantes.

En esta investigación se trabajará con la efectividad de la función i en las j -ésimas variantes cuando sea máxima, pues la estrategia más efectiva será aquella que mayor valor tenga. Desde el inicio se le dieron los valores más altos a aquellas evaluaciones que los jugadores definían según les parecieran con mayor importancia.

En ambos casos se cumple que $e_{ij} \leq 1$.

Con los valores de la matriz conformada y utilizando la efectividad de la función i en las j -ésimas variantes, máxima, se obtendrán los resultados dividiendo cada uno de los valores de las e_{ij} por el valor máximo entre éstas.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de los análisis de la efectividad de acuerdo con las variantes y los criterios escogidos.

Variantes Objetos de Análisis	Orden de Prioridad							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
E1	e11	0.95	1.00	0.99	0.84	1.00	1.00	0.86
E2	e12	1.00	0.99	1.00	0,52	0.97	0.82	0.83
E3	e13	0.78	0.94	0.71	1,00	0.77	1.00	0.87
E4	e14	0.99	0.96	0.92	0,57	0.98	0.91	1.00

Figura 23. Análisis de efectividad de acuerdo con las estrategias y los criterios

Se determina para cada variante objeto de análisis y cada orden de prioridad la sumatoria de productos $U_i * e_{ij}$.

$$Ef(j) = eC1(j) * U1 + eC2(j) * U2 + eC3(j) * U3 + eC4(j) * U4 + eC5(j) * U5 + eC6(j) * U6 + eC7(j) * U7$$

Para las variantes de las estrategias:

$$Ef(E1) = 0.95 * 0.16 + 1.00 * 0.16 + 0.99 * 0.15 + 0.84 * 0.13 + 1.00 * 0.12 + 1.00 * 0.14 + 0.86 * 0.14$$

$$Ef(E2) = 1.00 * 0.16 + 0.99 * 0.16 + 1.00 * 0.15 + 0.52 * 0.13 + 0.97 * 0.12 + 0.82 * 0.14 + 0.83 * 0.14$$

$$Ef(E3) = 0.78 * 0.16 + 0.94 * 0.16 + 0.71 * 0.15 + 1.00 * 0.13 + 0.77 * 0.12 + 1.00 * 0.14 + 0.87 * 0.14$$

$$Ef(E4) = 0.99 * 0.16 + 0.96 * 0.16 + 0.92 * 0.15 + 0.57 * 0.13 + 0.98 * 0.12 + 0.91 * 0.14 + 1.00 * 0.14$$

Los resultados se muestran en la figura de la siguiente tabla de asignación de órdenes de prioridades según los criterios utilizados:

Variantes Objetos de Análisis	Orden de Prioridad	
	I	
E1	Ef1	0,95
E2	Ef2	0,88
E3	Ef3	0,87
E4	Ef4	0,91

Figura 24. Asignación de los órdenes de prioridades

A partir del criterio de optimización se obtiene la mejor estrategia como aquella con el mayor valor de $E_f(j)$, en este caso es la primera. Por último, se determina la variante óptima para cada orden de prioridad, que sería a la que le corresponda el mayor valor de la suma de productos $U_i * e_{ij}$ (E_f) en cada caso.

2.12.3 Respuesta del problema resuelto

La mejor estrategia que puede utilizarse en un juego de estrategia, de acuerdo con el orden de prioridad y según los datos analizados a partir de las encuestas realizadas a los expertos, fue la primera estrategia.

La variante óptima para el orden de prioridad se obtiene de la siguiente manera: en primer lugar la mejor estrategia, que sería avanzar en el juego, en segundo lugar, defenderse del enemigo, luego esconderse del enemigo, y finalmente, atacar al enemigo.

Conclusiones Parciales

- Cuando se escoge una estrategia, cada uno de los criterios que aportan puntos de vista de la misma pueden tener valores diferentes, evidenciando así el carácter contradictorio de los criterios en el sentido de que, si bien un criterio puede tener un alto valor para una determinada alternativa, ese mismo, podría significar muy poco cuando se analiza con otra estrategia.
- La conjugación de los criterios y las estrategias que se pueden adoptar en los juegos de estrategias pueden variar de acuerdo con la necesidad de los especialistas.
- La metodología propuesta puede usarse como una vía más de elegir las mejores tácticas a tener en cuenta mediante la optimización multicriterial en un juego de estrategia.

Capítulo 3: Propuesta de solución

Introducción

En la investigación además de la solución encontrada mediante el método de la Media Aritmética, para la toma de decisiones cuando se está buscando la mejor estrategia de un juego, dentro del análisis multicriterial, se obtuvo una aplicación para mostrar el resultado teniendo en cuenta el modelo de trabajo del mismo. Se muestran la matriz de decisión y la mejor estrategia.

3. Funcionamiento de la aplicación

Se realizó una pequeña y sencilla aplicación para mostrar de manera más rápida los resultados que se alcanzan con la utilización de la Media Aritmética.

A continuación se muestra un ejemplo del funcionamiento de la aplicación, para esto se tomaron los 7 criterios y las 4 estrategias definidas en el capítulo anterior, pero solo se tienen en cuenta la valoración de 5 jugadores (especialistas) para una mayor comodidad y visualización.

Es válido aclarar que la aplicación permite la entrada de cualquier cantidad de estrategias, criterios o jugadores como desee quien la utilice, de acuerdo con sus necesidades.

3.1. Opción de Configuración

Con esta opción los usuarios efectúan la entrada de datos: el nombre de los criterios y de los jugadores, estos datos son almacenados y mostrados en las listas de criterios y la lista jugadores, respectivamente, al presionar cada uno de los botones de Añadir.

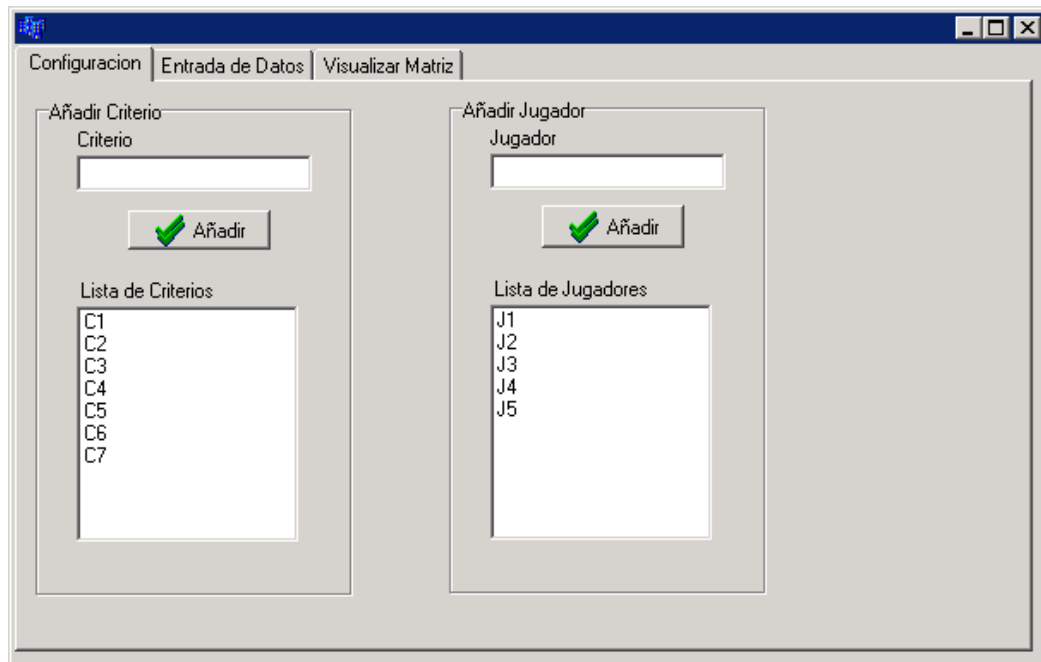


Figura 25. Opción de Configuración

3.2. Opción de Entrada de Datos

Inicialmente se mostrará una matriz de jugadores y criterios por cada una de las estrategias con las cuales se trabaje, se entrará el nombre de dicha estrategia. Los jugadores podrán dar su valoración de acuerdo con criterios existentes. La matriz, mostrará en su última fila, el promedio de los criterios, el cual se actualizará a medida que se incorporen nuevas valoraciones. El botón Adicionar Valoración permitirá el almacenamiento de dichos valores cada vez que se complete una estrategia.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
J1	5	3	5	1	5	3	2
J2	4	4	4	4	4	3	3
J3	3	4	3	5	3	5	4
J4	5	4	5	4	5	3	3
J5	3	5	4	5	3	4	4
	4	4	4.2	3.8	4	3.6	3.2

Figura 26. Opción de Entrada de Datos

3.3. Opción Visualizar Matriz

Al acceder a Visualizar Matriz, se muestra la matriz de decisión, en la parte izquierda, conformada con los promedios por cada uno de los criterios con respecto a las estrategias. En la última fila se tiene el resultado del cálculo del peso o prioridad una vez realizadas las funciones programadas.

Cálculo del Peso o Prioridad.

La matriz queda conformada para las columnas con una fila más que la cantidad de estrategias, en dicha fila, se mostrará el valor de los pesos de los criterios, según la cantidad de los mismos, se crearán el número de filas.

Para obtener el peso de los criterios se realizaron los siguientes pasos:

1. Se completarán las celdas para las estrategias y los criterios con los valores de promedios, que son los mismos que se obtienen en cada una de las últimas filas de las matrices de los jugadores por criterio.
2. Se realizan dos ciclos, uno dentro del otro, que garantizan ir sumando los valores de los promedios de cada uno de los criterios y almacenarlos en una lista previamente creada, llamada **listasumapromedios**.
3. Se recorre la lista **listasumapromedios**, en otro ciclo, con el propósito de obtener la sumatorio de sus valores, esa cifra se guardará en la variable **totalsumaprom**.
4. Finalmente se dividirán cada una de los valores en **listasumapromedios** entre **totalsumaprom**. Para esto se utiliza un tercer ciclo, por cada iteración, se irá agregando el valor del peso en cada una de las columnas de la última fila.

```

Unit1.cpp  uProgram.cpp
vector<CCell> CProgram::CalcularPeso()
{
    matriz_peso.cant_filas=Estrategias.size()+1;
    matriz_peso.cant_col=Criterios.size();
    // Primero calculamos los promedios de todas las valoraciones para una estrategia
    for(int i=1;i<=Criterios.size();i++)
    {
        for(int j=1;j<=Estrategias.size();j++)
        {
            matriz_peso.setCelda(j,i,Estrategias[j-1].promedio(i));
        }
    }
    vector<float> listasumapromedios;
    float sumapromedios;
    float totalsumaprom=0.0;
    float peso=0.0;
    for(int i=1;i<=Criterios.size();i++)
    {
        sumapromedios=0.0;
        for(int j=1;j<=Estrategias.size();j++)
        {
            sumapromedios+=matriz_peso.getCelda(j,i).getValue();
        }
        listasumapromedios.push_back(sumapromedios);
    }
    //recorro el listado de sumas promedios
    for(int i=0;i<listasumapromedios.size();i++)
    {
        totalsumaprom+=listasumapromedios[i];
    }
    for(int i=0;i<listasumapromedios.size();i++)
    {
        peso=listasumapromedios[i]/totalsumaprom;
        matriz_peso.setCelda(matriz_peso.cant_filas,i+1,peso);
    }
    return matriz_peso.Celdas;
}

```

Figura 27. Código para calcular el peso de un criterio

A continuación se muestra la matriz confeccionada con los promedios calculados utilizando los valores de entrada y los pesos obtenidos para cada uno de éstos.

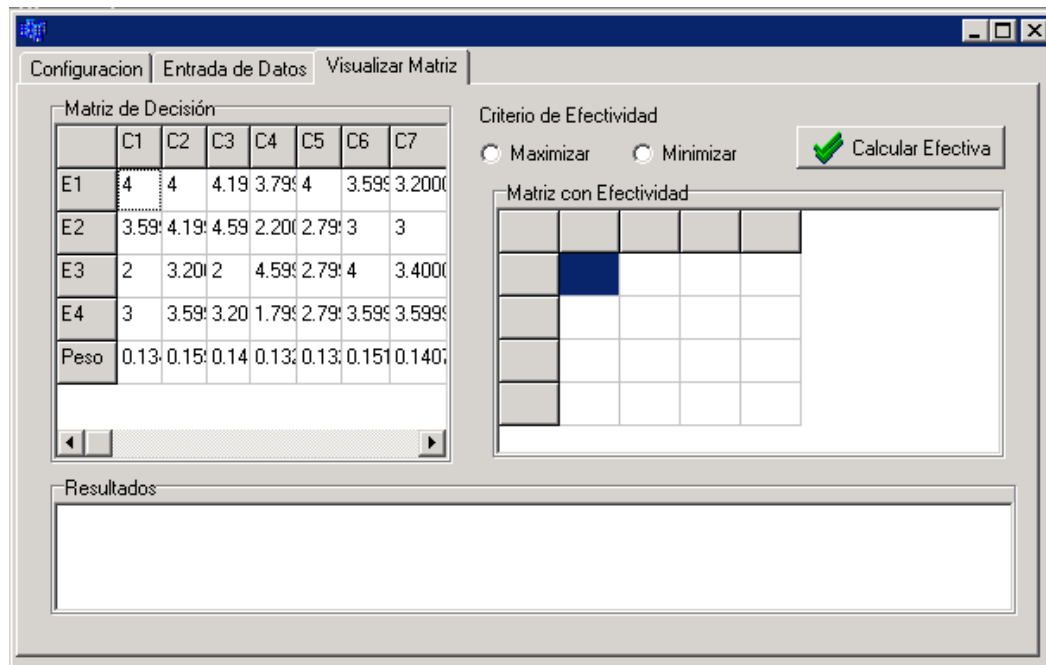


Figura 28. Opción Visualizar Matriz. Muestra la matriz de decisión

Una vez que se tiene la matriz conformada, se elige si la función tomará un valor máximo o mínimo seleccionándolo según se prefiera, en este caso se maximizará. Una vez presionado el botón Efectividad se llenará la matriz con los valores anteriores y se agregará en la última columna los valores de efectividad para cada estrategia.

En la parte inferior se mostrará cual ha sido la mejor estrategia.

Cálculo de la Efectividad.

Se mostrará una matriz con la cantidad de columnas para cada criterio y una última donde se pondrán los valores de efectividad de las estrategias. La cantidad de filas será igual que en la matriz de peso anterior.

La efectividad de las estrategias se calcula como se muestra a continuación:

1. Se selecciona el radiobutton de Maximizar o de Minimizar. En este caso se desea que la efectividad de la función i en las j -ésimas variantes sea máxima, por lo tanto, se elegirá el primer radiobutton.
2. Se implementa un ciclo que recorre todas las columnas, excepto la última y dentro de este, otros dos ciclos para recorrer las filas para de las estrategias. El primero permite encontrar el valor de mayor promedio por cada columna, guardando la información en la variable `mayorprom`, y para cada iteración del segundo se dividen cada uno de los valores de promedio entre `mayorprom`.
3. Después de adicionados los valores de pesos en la última fila de la matriz, se realizan dos ciclos anidados. Por cada iteración del ciclo exterior, el cual va seleccionando una a una las filas, menos la que contiene los costes del peso, se toman también unos a uno los valores de cada columna, obteniéndose la celda correspondiente. Esta celda se multiplicará por su peso correspondiente y se guardará en la variable **efectividad**. La cual estará actualizando la suma hasta completar el total de las columnas para los criterios. Cada una de las efectividades se visualizarán en la última columna para la estrategia correspondiente.

```

vector<CCell> CProgram::CalcularEfectividad(String criterio_efectividad)
{
    matriz_efectividad.cant_filas=Estrategias.size()+1;
    matriz_efectividad.cant_col=Criterios.size()+1;
    //Si es maximizar
    if(criterio_efectividad=="maximizar") {
        float mayorprom=0.0;

        for(int i=1;i<=Criterios.size();i++)
        {
            mayorprom=0.0;
            for(int j=1;j<=Estrategias.size();j++)
            {
                if(matriz_peso.getCelda(j,i).getValue()>mayorprom)
                {
                    mayorprom=matriz_peso.getCelda(j,i).getValue();
                }
            }
            for(int j=1;j<=Estrategias.size();j++)
            {
                matriz_efectividad.setCelda(j,i,matriz_peso.getCelda(j,i).getValue()/mayorprom);
            }
        }
        //Adicionar valores del peso a la ultima fila
        for(int j=1;j<=Criterios.size();j++)
        {
            matriz_efectividad.setCelda(matriz_efectividad.cant_filas,j,matriz_peso.getCelda(
            matriz_peso.cant_filas,j).getValue());
        }
        //Para calcular efectividad
        float efectividad=0.0;
        for(int i=1;i<=Estrategias.size();i++)
        {
            efectividad=0.0;
            for(int j=1;j<=Criterios.size();j++)
            {
                efectividad+=matriz_efectividad.getCelda(i,j).getValue()*matriz_efectividad.getCelda(
                matriz_efectividad.cant_filas,j).getValue();
            }
            matriz_efectividad.setCelda(i,matriz_efectividad.cant_col,efectividad);
        }
    }
}

```

Figura 29. Código que muestra el cálculo de la efectividad

En matriz de la derecha se muestran las divisiones de la evaluación cuantitativa de cada promedio de criterio entre el mayor valor de dichos valores, así como las efectividades para las estrategias. Como resultado, se visualiza un mensaje con el nombre de la estrategia que cuente con la efectividad más alta, en este caso: E1.

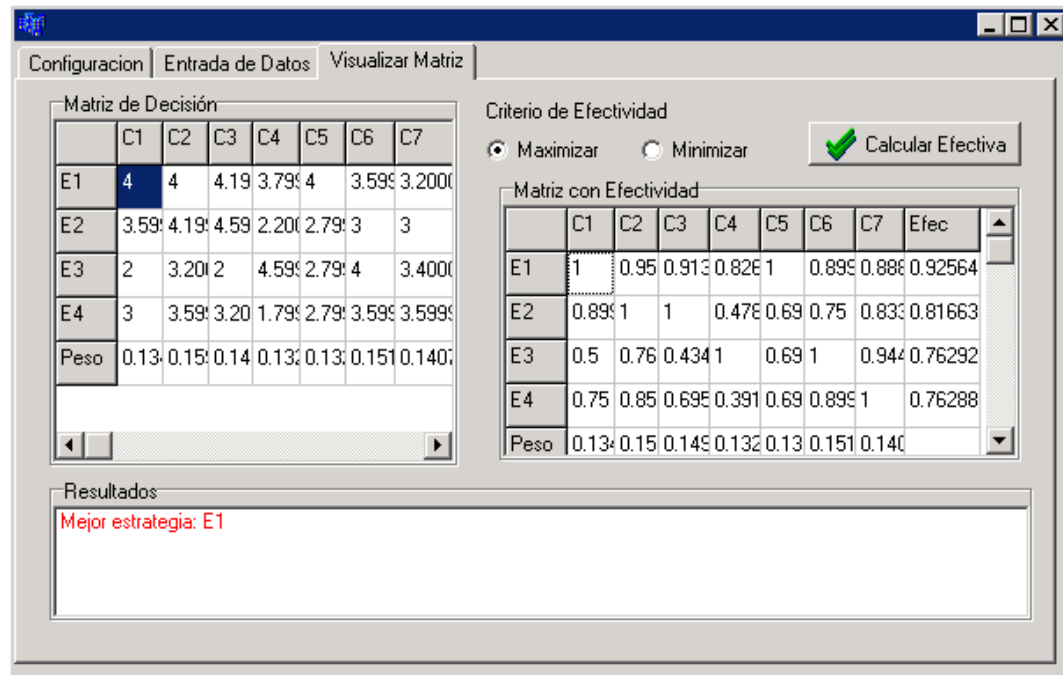


Figura 30. Opción Visualizar Matriz para mostrar las efectividades de las estrategias

Conclusiones parciales

- En este capítulo se analizó el funcionamiento de la aplicación resultante como muestra del desarrollo de la Media Aritmética para el análisis multicriterial basada en la toma de decisiones para los juegos de estrategia.
- La parte más compleja para implementar las funcionalidades del método de la Media Aritmética recae en la utilización de matrices, sin embargo, los cálculos por lo general resultan sencillos, sintetizados a varios ciclos dentro de los cuales se emplean las operaciones básicas.
- La aplicación brinda una propuesta de solución, evidenciando el trabajo con los métodos multicriteriales, específicamente, la Media Aritmética. Muestra cómo a partir de los criterios, las estrategias y la cantidad de jugadores para cuantificar el valor de eficiencia, se logra obtener después de un proceso, la mejor estrategia que se debe elegir a la hora de tomar decisiones en un juego de estrategia.

CONCLUSIONES

- Se estudiaron contenidos relacionados con el análisis multicriterio y los videojuegos, específicamente los juegos de estrategia determinándose una vía de solución para la toma de decisiones en dichos juegos, mediante la metodología multicriterial.
- No existe en la facultad 5 ningún proyecto que utilice el análisis multicriterial en la toma de decisiones para el desarrollo de los videojuegos.
- Se confeccionó la aplicación que refleja mediante el uso del análisis multicriterial, específicamente la Media Aritmética la mejor opción en los juegos de estrategias, como resultado final de investigación.

RECOMENDACIONES

- Diseñar un módulo en los proyectos de juegos de estrategia para la toma de decisiones basado en análisis multicriterial.
- Usar la metodología propuesta para encontrar las mejores tácticas en juegos de estrategia, como otra vía de solución para estos problemas de toma de decisiones.
- Desarrollar el método de la Media Aritmética, dentro del análisis multicriterial, a partir de valores cuantitativos de eficiencia de los criterios y las alternativas mediante los motores de inferencia.
- Usar la aplicación propuesta como medio de apoyo para verificar el resultado de los datos durante el desarrollo del método de la Media Aritmética.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Tema 6: La Toma de Decisiones. [En línea] [Citado el: 05 de 04 de 2009.]
<http://www.eco.ub.es/~escard/EMPRESA6.pdf>.
2. Facultad de Ciencias Sociales: Universidad de La República. Uruguay. [En línea] [Citado el: 05 de 04 de 2009.]
<http://www.fcs.edu.uy/enz/desarrollo/modulodes/archivos/tecnicapestrategica/Evaluacion%20multicriteria-Introduccion-Eduardo%20Martinez.doc>.
3. Teoría de la Toma de Decisiones. [En línea] [Citado el: 06 de 04 de 2009.]
<http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040921170149.html>.
4. Aplicaciones de la inteligencia artificial. Chiclayo: Perú: s.n., 2006.
5. Graupera, Elena Font. Gestión de Información en el Proceso Analítico Jerárquico para la toma de decisiones de nuevos productos. Metodología de Implantación.
6. Análisis multicriterio. European Commission. [En línea] 30 de 06 de 2005. [Citado el: 02 de 05 de 2009.]
http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/tools/too_cri_whe_es.htm.
7. Idem a la referencia 6.
8. Idem a la referencia 6
9. Idem a la referencia 5.
10. Idem a la referencia 2.
11. Rodríguez, Concepción Cortés. Tema 7: Métodos Discretos. Dpto. Economía General y Estadística, Universidad de Huelva. 2003.
12. Santiago Lajes, Héctor Hidalgo, Israel, Alfredo. Utilización de métodos multicriteriales para mejorar la gestión del mantenimiento en interruptores de potencia. Bogotá: Colombia: s.n., 2007.
13. Análisis multicriterio. [En línea] [Citado el: 12 de 05 de 2009.]
http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology/examples/too_cri_res_es.pdf.
14. Graupera, Elena Font. Facultad de Economía: Universidad de la Habana. [En línea] [Citado el: 14 de 05 de 2009.] <http://www.fec.uh.cu/elena.htm>.
15. Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. [En línea] [Citado el: 08 de 05 de 2009.] http://www.tdr.cesca.es/TDX-0803104-125133/index_cs.html.

16. Moya G, Rodríguez A, Dölling O y Giovine L. Aplicación de la metodología multicriterio para el análisis y selección de alternativas. [En línea] [Citado el: 26 de 04 de 2009.]
<http://www.cab.cnea.gov.ar/enief/dirjobs/GMoya.resumen.pdf>.
17. Escobar Moreno, Darío Alejandro. Uni>ersia. Red de Universidades. [En línea] [Citado el: 20 de 04 de 2009.] <http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=13861422>.
18. El análisis multicriterio: una herramienta de soporte para la implementación de. Sandra Mejías Herrera, Ricardo Montero Martínez, Fernando Marrero Delgado, Juan C. Rodríguez. 1, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Cuba: s.n., 2004, Vol. 2.
19. Idem a la referencia 12.
20. Aplicación de las técnicas multicriteriales en el diseño del sistema de gestión de la calidad. Aleida González González, Rosario Garza Ríos. Fac. Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, Cuba: s.n.
21. Marvyn Amado Márquez Rodríguez, Andy Trujillo Rivero. Tesis: Definición del comportamiento de carros autónomos en un videojuego de carreras empleando redes neuronales artificiales. Universidad de Ciencias Informáticas: Ciudad Habana, Julio del 2008. : s.n.
22. ABCdatos. [En línea] 1999-2009. [Citado el: 15 de 05 de 2009.]
<http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/z3296.html>.
23. James Matthews. Vida Artificial. [En línea] 06 de 05 de 2006. [Citado el: 12 de 05 de 2009.]
[http://vidaartificial.com/index.php?title=Inteligencia_Artificial_de_un_Sencillo_Juego_de_Mesa_\(Generation5.org\)](http://vidaartificial.com/index.php?title=Inteligencia_Artificial_de_un_Sencillo_Juego_de_Mesa_(Generation5.org)).
24. Idem a la referencia 21

Bibliografía

- ✓ **Nilson, N.** Inteligencia Artificial. Una Nueva Síntesis. Madrid: McGraw Hill Interamericana S.A.
- ✓ **Norving, P. y Rusell, S.** Inteligencia Artificial. Un Enfoque Moderno. Madrid: Pearson Education.
- ✓ **Hernández, David Rodríguez.** *Análisis y Gestión del desarrollo de software*. Noviembre 2007.
- ✓ **Martinto, Pedro Carlos Pérez.** Teoría de Muestreo: población y muestra. Diseño experimental y métodos. [En línea] [Citado el: 05 de 20 de 2009.]
- ✓ **Barba Romero, Sergio:** “Decisiones Multicriterio: fundamentos teóricos y utilización práctica”. Universidad de Alcalá, 1997.
- ✓ **Barba Romero, S. y Pérez Navarro, J.:** “La metodología multicriterio en el análisis y la planificación territorial”. Ciudad y Territorio, No. 112, 1997.
- ✓ **Romero, Carlos:** “Teoría de la Decisión Multicriterio”, 1993.
- ✓ **Gallagher, C.A. y Watson, H.J.:** “Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones en Administración”. McGraw Hill, 1982.
- ✓ **Aragonés B., Pablo.** Técnicas de ayuda a la toma de decisiones en Proyectos,. Universidad Politécnica . Valencia, 2003.
- ✓ **Arévalo Q., M.T. Padilla G., N.** Proceso Analítico Jerárquico: una nueva herramienta para la selección de carteras. España, XI Congreso nacional, 1997.
- ✓ **Barroso H, Yuri M.** Técnicas matemáticas para la obtención del consenso grupal en la toma de decisiones. Ciudad de la Habana, 2003.
- ✓ **Billikopf Encina, Gregorio.** Pasos Prácticos para la Selección de Personal. Disponible en: [<http://www.cnr.berkeley.edu/ucce50/agro-aboral/7libro/02s.htm>]
- ✓ **Garza R, Rosario.** Procedimiento multicriterio para la planificación de rutas de distribución. Tesis para optar por el grado científico de Doctor. Ciudad de la Habana, Cuba. 2001.
- ✓ **Garza R., Rosario; Glez S., Caridad.** La Toma de Decisiones Multicriterio, 2003. Disponible en: [www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/tecmulttomadec.htm]
- ✓ **Saaty T.** Toma de decisiones para líderes. El proceso analítico jerárquico. La toma de decisiones en un mundo complejo. RWS Publications USA.1997.

- ✓ **M. Lozano, F. Barber, L. Vera, J. Carrasco, M. Fernández.** Navegación autónoma de actores virtuales en entornos dinámicos. 2001.
<http://www.uv.es/mlazano/publicaciones/Ceig2001.doc>
- ✓ **Charniak, E.** Introduction to Artificial Intelligence. Addison-Wesley. 1985. p.
- ✓ **Delahaye, J. P.** Formal Methods in Artificial Intelligence. Eyrolles. Paris, 1986. p. 001.535. Enrique Castillo, J. M. G., ALI S.HADI. Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas.2000. p.
- ✓ **Lopez, A. V.** Aplicaciones de la inteligencia artificial en problemas de producción 2007. Disponible en:
<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/apliintarti.htm>.
- ✓ **Saldívar, V. H.** Como aprenden las maquinas, 2000. Disponible en:
<http://iteso.mx/~almarp/ia/comoaprenden.htm>.
- ✓ **Capella, Ramón Trias.** Inteligencia artificial en medicina. Estado actual y perspectivas.
- ✓ **Arrúa, Luciana y Meza Fernández, Eduardo.** Inteligencia Artificial, Sistemas Expertos, Redes Neuronales. 2003.
- ✓ **Álvaro M Illera.** Sistemas Expertos Redes Bayesianas y sus aplicaciones. 2005 Disponible en:
<http://www.e-ghost.deusto.es/docs/2005/conferencias/Bayes05.pdf>
- ✓ **Cepeda. D. L. M.** Inteligencia Artificial.
- ✓ **Delahaye, J. P.** Formal Methods in Artificial Intelligence. Eyrolles. Paris, 1986. 001.535.
- ✓ **Gutiérrez, José Manuel.** Introducción a la Inteligencia Artificial. Aplicaciones. Cantabria: s.n.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Agentes virtual: Entidad capaz de percibir un entorno, procesar las percepciones que de él devienen y actuar en consecuencia.

Arcades: Es el término genérico con que se identifica a las grandes máquinas de videojuegos disponibles usualmente en lugares públicos.

Arquetípicas: Que muestra los caracteres propios de un arquetipo.

Arquetipo: Patrón ejemplar del cual otros objetos, ideas o conceptos se derivan.

MADM: Toma de Decisiones Multiatributo

Media Aritmética: Suma total de todos los valores de la variable dividida por el número total de observaciones.

Metodología: Se refiere a los métodos de investigación que se siguen para alcanzar una gama de objetivos en una ciencia.

MODM: Toma de Decisiones Multiobjetivo

Paradigma: Modelo fundamental desde el cual se piensa o se realizan hechos y teorías predominantes.

Redes neuronales artificiales (RNA): Paradigma de aprendizaje y procesamiento automático inspirado en la forma en que funciona el sistema nervioso de los animales. Se trata de un sistema de interconexión de neuronas en una red que colabora para producir un estímulo de salida.

UCI: Universidad de Ciencias Informáticas.

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta realizada a los líderes de proyectos de videojuegos.

Nombre:

Cargo que ocupa dentro del proyecto:

Años de experiencia de trabajo en proyectos relacionados o temas afines vinculados a la inteligencia artificial:

Preguntas a expertos:

- 1) ¿Es importante la incorporación de métodos que permitan obtener la decisión óptima en la estrategia de juegos con el objetivo de mejorar la calidad del producto terminado?

- Muy necesaria.
- Bastante necesaria.
- Necesaria.
- Poco necesaria.
- No necesaria.

- 2) ¿Actualmente se utilizan métodos de toma de decisiones en los juegos desarrollados en los proyectos de la facultad? En caso afirmativa seleccione (con una X) algunos de estos métodos.

- Redes Bayesianas.
- Lógica difusa.
- Redes neuronales.
- Aprendizaje automático (Árboles de Decisión).
- Análisis Multicriterio.

Anexo 2: Entrevista realizada a los especialistas en juegos de estrategia.

Preguntas para la entrevista:

1. ¿Cuáles estrategias seguirías para obtener la victoria?
2. ¿Te desplazarías hacia enfrentamientos directos con el enemigo?
3. ¿Si todos los sitios a tu alrededor están rodeados de enemigos y tu objetivo es huir de los mismos, qué harías?
4. ¿Cómo cercarías al enemigo?
5. ¿Cómo te prepararías para el enfrentamiento con el enemigo?
6. ¿Cómo evitarías el enfrentamiento con el enemigo?
7. ¿Cuáles son las áreas a las que te dirigirías si deseas atacar?
8. ¿Cuáles consideras sean las áreas más favorables para la preparación de un enfrentamiento con el enemigo?
9. ¿Qué zonas están más propensas a un ataque enemigo?
10. ¿Bajo qué circunstancias te arriesgarías a pelear con el enemigo?
11. ¿Es efectivo utilizar obstáculos con el fin de desviar la visibilidad del enemigo?

Anexo 3: Encuesta realizada a los especialistas en juegos de estrategia.

Estrategias a seguir en un Juego de estrategia.

¿Qué tan importante es el criterio “C” si se desea seguir la estrategia: avanzar en el juego?

C1- Lugares donde no existan fuerzas del equipo contrario: zonas donde un equipo pueda prepararse mejor para una batalla sin la opresión enemiga.

---Súper importante ---Muy importante ---Importante
---Poco importante ---No importante

C2- Influir sobre el enemigo de manera inteligente, buscar los lugares donde no existan más de dos enemigos: cuando se desea evitar al enemigo, para el caso que no existan lugares libres de fuerzas enemigas.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C3- Buscar áreas donde el ambiente del juego permita un mejor ocultamiento sin impedir el avance: permitir que los jugadores puedan ocultarse del enemigo y que esto no signifique problemas a la hora de seguir adelante.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C4- Acorralar al enemigo de manera tal que le queden la menor cantidad de opciones de retirada: presionar al enemigo a retirarse a aquellos lugares donde los obstáculos impidan su paso.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C5- Reconocer las zonas donde el terreno ha sido dañando a causa de significativas batallas: las zonas ya devastadas por las batallas anteriores no son capaces de brindar los recursos necesarios con el fin de prepararse para una siguiente batalla.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C6- Áreas donde existan mayor cantidad de recursos: estas áreas son propensas a un ataque enemigo. Este siempre atacará con el fin de obtener los recursos del contrario.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C7- Áreas de fácil acceso por el enemigo, por su cercanía o visibilidad: lugares hacia donde el enemigo puede llegar sin grandes contratiempos.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

¿Qué tan importante es el criterio “C” si se desea seguir la estrategia: esconderse del enemigo?

C1- Lugares donde no existan fuerzas del equipo contrario: zonas donde un equipo pueda prepararse mejor para una batalla sin la opresión enemiga.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C2- Influir sobre el enemigo de manera inteligente, buscar los lugares donde no existan más de dos enemigos: cuando se desea evitar al enemigo, para el caso que no existan lugares libres de fuerzas enemigas.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C3- Buscar áreas donde el ambiente del juego permita un mejor ocultamiento sin impedir el avance: permitir que los jugadores puedan ocultarse del enemigo y que esto no signifique problemas a la hora de seguir adelante.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C4- Acorralar al enemigo de manera tal que le queden la menor cantidad de opciones de retirada: presionar al enemigo a retirarse a aquellos lugares donde los obstáculos impidan su paso.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C5- Reconocer las zonas donde el terreno ha sido dañando a causa de significativas batallas: las zonas ya devastadas por las batallas anteriores no son capaces de brindar los recursos necesarios con el fin de prepararse para una siguiente batalla.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C6- Áreas donde existan mayor cantidad de recursos: estas áreas son propensas a un ataque enemigo. Este siempre atacará con el fin de obtener los recursos del contrario.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C7- Áreas de fácil acceso por el enemigo, por su cercanía o visibilidad: lugares hacia donde el enemigo puede llegar sin grandes contratiempos.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

¿Qué tan importante es el criterio “C” si se desea seguir la estrategia: atacar al enemigo?

C1- Lugares donde no existan fuerzas del equipo contrario: zonas donde un equipo pueda prepararse mejor para una batalla sin la opresión enemiga.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C2- Influir sobre el enemigo de manera inteligente, buscar los lugares donde no existan más de dos enemigos: cuando se desea evitar al enemigo, para el caso que no existan lugares libres de fuerzas enemigas.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C3- Buscar áreas donde el ambiente del juego permita un mejor ocultamiento sin impedir el avance: permitir que los jugadores puedan ocultarse del enemigo y que esto no signifique problemas a la hora de seguir adelante.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C4- Acorralar al enemigo de manera tal que le queden la menor cantidad de opciones de retirada: presionar al enemigo a retirarse a aquellos lugares donde los obstáculos impidan su paso.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C5- Reconocer las zonas donde el terreno ha sido dañando a causa de significativas batallas: las zonas ya devastadas por las batallas anteriores no son capaces de brindar los recursos necesarios con el fin de prepararse para una siguiente batalla.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C6- Áreas donde existan mayor cantidad de recursos: estas áreas son propensas a un ataque enemigo. Este siempre atacará con el fin de obtener los recursos del contrario.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C7- Áreas de fácil acceso por el enemigo, por su cercanía o visibilidad: lugares hacia donde el enemigo puede llegar sin grandes contratiempos.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

¿Qué tan importante es el criterio “C” si se desea seguir la estrategia: defenderse del enemigo?

C1- Lugares donde no existan fuerzas del equipo contrario: zonas donde un equipo pueda prepararse mejor para una batalla sin la opresión enemiga.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C2- Influir sobre el enemigo de manera inteligente, buscar los lugares donde no existan más de dos enemigos: cuando se desea evitar al enemigo, para el caso que no existan lugares libres de fuerzas enemigas.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C3- Buscar áreas donde el ambiente del juego permita un mejor ocultamiento sin impedir el avance: permitir que los jugadores puedan ocultarse del enemigo y que esto no signifique problemas a la hora de seguir adelante.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C4- Acorralar al enemigo de manera tal que le queden la menor cantidad de opciones de retirada: presionar al enemigo a retirarse a aquellos lugares donde los obstáculos impidan su paso.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C5- Reconocer las zonas donde el terreno ha sido dañando a causa de significativas batallas: las zonas ya devastadas por las batallas anteriores no son capaces de brindar los recursos necesarios con el fin de prepararse para una siguiente batalla.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C6- Áreas donde existan mayor cantidad de recursos: estas áreas son propensas a un ataque enemigo. Este siempre atacará con el fin de obtener los recursos del contrario.

--- Súper importante ---Muy importante ---Importante

---Poco importante ---No importante

C7- Áreas de fácil acceso por el enemigo, por su cercanía o visibilidad: lugares hacia donde el enemigo puede llegar sin grandes contratiempos.

- Súper importante ---Muy importante ---Importante
- Poco importante ---No importante

Anexo 4: Elementos de un juego

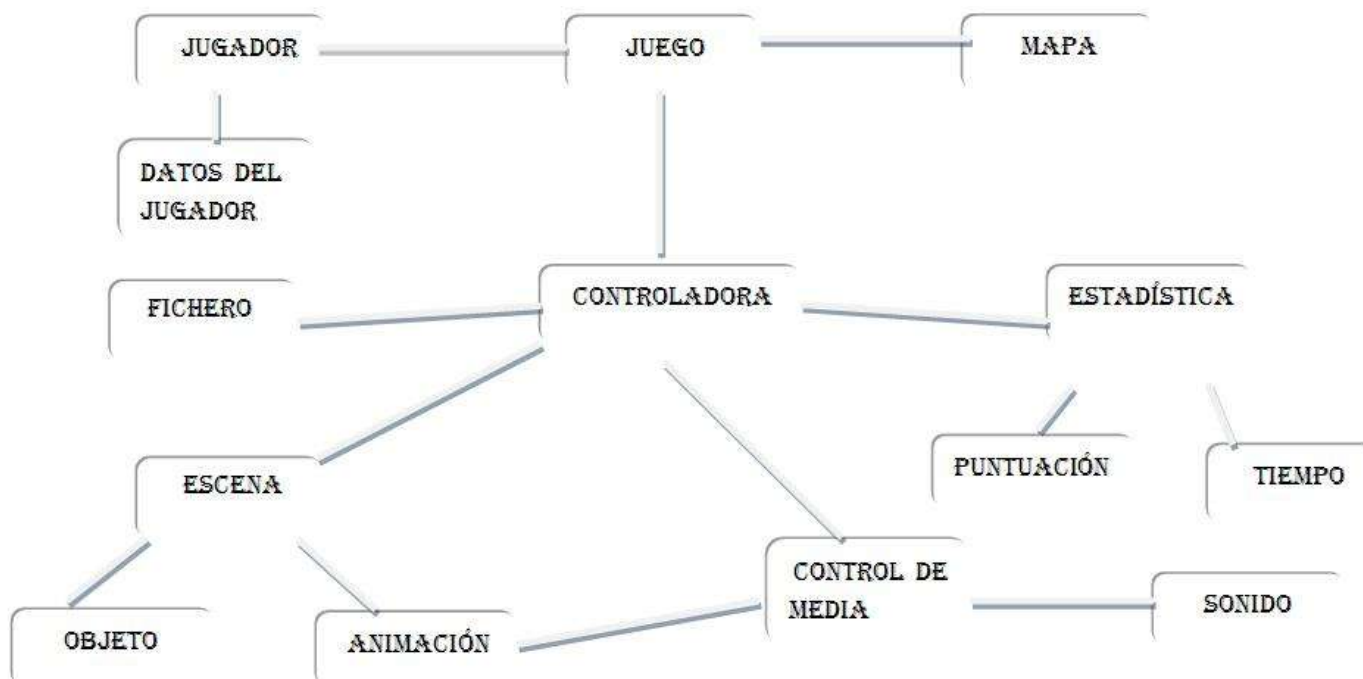


Figura 31. Elementos de un juego

