

# DECISIÓN-TRONN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

Ricardo Duarte Jáquez  
*Rector*

David Ramírez Perea  
*Secretario General*

Manuel Loera de la Rosa  
*Secretario Académico*

Francisco López Hernández  
*Director del Instituto de Ingeniería y Tecnología*

Luis Enrique Gutiérrez Casas  
*Coordinador General de Investigación y Posgrado*

Ramón Chavira  
*Director General de Difusión Cultural  
y Divulgación Científica*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

# DECISIÓN-TRONN

JORGE RODAS OSOLLO

KARLA MIROSLAVA OLMOS SÁNCHEZ

LUIS FELIPE FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

EMMANUEL SAMANIEGO CORTEZ

---

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

LISBEILY DOMÍNGUEZ RUVALCABA

COORDINADORA DE LA COLECCIÓN

Colección Reportes Técnicos de Investigación ISBN: 978-607-7953-80-7  
Serie IIT, Vol. 15. ISBN: 978-607-520-138-2

D.R. © 2015 Jorge Rodas Osollo; Karla Miroslava Olmos Sánchez; Luis Felipe Fernández Martínez;  
Emmanuel Samaniego Cortez

La edición, diseño y producción editorial de este documento estuvo  
a cargo de la Dirección General de Difusión Cultural y Divulgación Científica,  
a través de la Subdirección de Publicaciones

*Cuidado de la edición y diagramación:* Subdirección de Publicaciones

Primera edición, 2015  
© 2015 Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
Av. Plutarco Elías Calles 1210  
Fovissste Chamizal, C.P. 32310  
Ciudad Juárez, Chihuahua, México  
Tel. +52 (656) 688 2260

<http://www.uacj.mx/DGDCDC/SP/Paginas/RTI.aspx>

# ÍNDICE

<b>Resumen</b>	<b>7</b>
<b>Abstract</b>	<b>9</b>
<b>Palabras clave</b>	<b>10</b>
<b>Usuarios potenciales</b>	<b>10</b>
<b>Reconocimientos</b>	<b>10</b>

## I. INTRODUCCIÓN

## II. PLANTEAMIENTO

<b>2.1 Antecedentes</b>	<b>13</b>
<b>2.1.1 Agent models of political interaction</b>	<b>13</b>
<b>2.1.2 Agent-Based simulation tutorial – Simulation of emergent behavior and differences between agent-based simulation and discrete-event simulation</b>	<b>13</b>
<b>2.1.3 Agent-Based Modeling: methods and techniques for simulating human systems</b>	<b>14</b>
<b>2.1.4 Multi Agent Based Simulation: beyond social simulation</b>	<b>15</b>
<b>2.1.5 Senturion: a predictive political simulation model</b>	<b>16</b>
<b>2.1.6 Profiling is politically ‘correct’: Agent-Based Modeling of ethno-political conflict</b>	<b>16</b>
<b>2.2 Marco Teórico</b>	<b>17</b>
<b>2.2.1 Teoría de Juegos</b>	<b>17</b>
2.2.1.1 Un vistazo a la Teoría de Juegos	17
2.2.1.2 Importancia de la Teoría de Juegos en el estudio de las ciencias sociales	18
2.2.1.3 Teoría de Juegos aplicada a la toma de decisiones grupales	18
<b>2.2.2 Teoría de Agentes</b>	<b>18</b>
2.2.2.1 Introducción a la Teoría de Agentes	18
2.2.2.2 Modelo BDI de agentes inteligentes	19
<b>2.2.3 Modelos psicológicos e ingeniería del comportamiento</b>	<b>20</b>
2.2.3.1 Modelo de personalidad: etnopsicología del mexicano	20
2.2.3.2 Escala de valores	21
<b>2.2.4 Proceso de toma de decisión grupal</b>	<b>21</b>

## III. METODOLOGÍA

<b>3.1 JADE</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Decision-Tronn a la luz de la Teoría de Juegos</b>	<b>24</b>
3.2.1 Reglas de Decision-Tronn	25
<b>3.3 Aplicación del modelo bdi en Decision-Tronn</b>	<b>25</b>

<b>3.4 Papel de los modelos psicológicos en Decision-Tronn</b>	<b>26</b>
3.4.1 Los valores en Decision-Tronn	27
3.4.2 Estilos de poder en Decision-Tronn	27

## **IV. RESULTADOS**

4.1 Pruebas	29
4.1 Resultados	32

## **V. CONCLUSIONES**

Referencias	35
-------------	----

## RESUMEN

**D**ecision-Tronn es una herramienta de software que modela individuos en el proceso de toma de decisión grupal. Para realizar la implementación del software se realizaron estudios para determinar los factores relevantes en los procesos de toma de decisiones grupales. Una vez determinados los factores se propuso un sistema multiagente que emulara a los individuos que pertenecen al grupo que deberá tomar las decisiones; este ejercicio permitirá conocer las características específicas del grupo y saber cómo lo comprometen a tomar una decisión al tratar de alcanzar un interés común. El marco de referencia conceptual es aportado por la teoría de juegos; el modelo BDI aplicado en Decision-Tronn y los modelos psicológicos son de fundamental importancia, pues son los parámetros que lo delimitan. La herramienta fue puesta a prueba para verificar su desempeño con un ejercicio de toma de decisión escolar. Los resultados de dichas pruebas demuestran que las estimaciones propuestas fueron acertadas.

## ABSTRACT

**D**ecision-Tronn is a software tool that models the individuals decision's making process in a group. The software implementation studies were conducted to determine the relevant factors in the process of group decision-making. Once those factors were identified, a multi-agent system was proposed in order to emulate the individuals belonging to the group that must take decisions; this exercise will reveal the specific characteristics of the group and how they undertake to make a decision to try to reach a common interest. The conceptual framework is provided by game theory; the BDI model applied in Decision-Tronn and psychological models are of fundamental importance because they are the parameters that delimitate it. The tool was tested to verify their performance with an exercise in school decision-making. The results of these tests show that the proposed estimates were correct.

## PALABRAS CLAVE

Toma de decisiones grupales, Sistema Multiagente, Emulación de comportamiento.

## USUARIOS POTENCIALES

Cualquier tipo de organización que realice toma de decisiones.

## RECONOCIMIENTOS

A los estudiantes anónimos del Instituto de Ingeniería y Tecnología de la UACJ que colaboraron desinteresadamente en el proceso de prueba de la herramienta.

## I. INTRODUCCIÓN

**E**l objetivo de la presente investigación es la aplicación de un software de simulación para modelar un escenario posible durante un proceso de toma de decisión grupal.

Se han revisado varios trabajos en busca de una técnica de simulación apropiada para el cumplimiento de este objetivo. Habiendo contemplado las ventajas y desventajas de diversas técnicas, se optó por la Simulación Basada en Agentes (ABS, Agent-Based Simulation) que ha sido implementada exitosamente en la modelación de una gran variedad de sistemas complejos conformados por entidades autónomas, proactivas y sociables.

Buscando modelar en forma adecuada las entidades que participan del proceso de toma de decisión grupal, se ha hecho una búsqueda entre distintas teorías psicológicas que ayuden a describir (y por tanto a reproducir en forma parcial) el comportamiento del ser humano. Se optó por adoptar las teorías etnopsicológicas de Rogelio Díaz-Guerrero para representar la personalidad y la escala de valores del individuo simulado.

Decision-Tronn se trata de una implementación de software que se ha desarrollado a partir de la información recabada. Está desarrollado bajo el lenguaje de programación Java, implementando la librería JADE de agentes de software como esquema de trabajo para la programación del software. La implementación de Decision-Tronn fue realizada de manera satisfactoria.

Los resultados obtenidos durante la etapa de pruebas sintéticas fueron satisfactorios; se ha obtenido la simulación de un ambiente de toma de decisión grupal que se ajusta al modelo propuesto.

9

## II. PLANTEAMIENTO

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Agent models of political interaction [1]

Engle propone la implementación de un sistema multi-agente para el modelado de conductas emergentes en un escenario de conflictos entre Estados. El artículo comienza abordando el concepto de “emergencia” de acuerdo con el marco teórico de las ciencias sociales. Se retoma la definición de “conductas emergentes” propuesta por Adam Smith, quien las describe como el resultado conjunto de las acciones individuales de cada uno de los actores que participan en un sistema complejo [1, p. 1].

Otro punto relevante de esta investigación es el análisis de la teoría de juegos cooperativos para describir brevemente la mecánica de formación de coaliciones por parte de los actores del sistema [1, p. 5].

La implementación de software realizada por Engle (RISK) se trata de un juego cooperativo de suma cero con información perfecta (es decir, uno en el que la información de los contrincantes, así como los recursos de que disponen para realizar sus estrategias es conocida por todos los participantes) y que recurre a la determinación estocástica de los resultados de los combates que se llevan a cabo entre Estados nacionales en busca de la supremacía sobre los demás [1, p. 11].

Engle concluye puntualizando la relevancia del modelado de interacciones políticas en el apoyo a la toma de decisiones; pero, sobre todo, como herramienta pedagógica para estudiantes de ciencias sociales y ciencias políticas [1, p. 18].

#### 2.1.2 Agent-Based Simulation tutorial-simulation of emergent behavior and differences between Agent-Based Simulation and Discrete-Event Simulation [2]

Este trabajo comienza abordando la definición de “conductas emergentes” que se suscitan en sistemas complejos [2, p. 137]. La definición empleada en este trabajo, en esencia, difiere muy poco de la encontrada en el trabajo de Eric Engle [1, p. 1].

10 Se propone un algoritmo general para la ejecución de una simulación basada en agentes [2, p. 138]:

1. Inicializar
2. Repetir el ciclo hasta que se cumpla alguna condición de finalización
  - a) Actualizar todas las variables de estado continuas
  - b) Repetir para cada agente (orden aleatorio o de acuerdo a un orden específico)
  - c. Realizar acciones (cambios de estado, enviar mensajes a otros agentes, interactuar con el entorno...)
  - d) Incrementar el contador de tiempo

Algunos ejemplos de modelos basados en agentes expuestos en este trabajo son:

- Juego de la Vida de Cronway: modela el comportamiento complejo producido por un conjunto de reglas simples que gobiernan los cambios de estado de las celdas de una matriz bidimensional [2, p. 138].
- Modelo de Boids: Simula el comportamiento de poblaciones de animales, tales como peces y aves, con base en reglas simples de orientación espacial y de cohesión grupal [2, p. 139].
- Modelo de Redes Sociales: se emplea simulación basada en agentes para modelar el comportamiento de grandes redes de computadoras a partir de muestras reales del comportamiento de las subredes que pudiesen conformarlas, modelando así el comportamiento de un sistema de gran escala [2, p. 140].
- Simulación de Mercado Eléctrico: se modela el comportamiento de los diversos actores en el mercado de la energía eléctrica: proveedores, consumidores, operadores de sistemas de distribución, proveedores independientes... [2, p. 141].
- Simulación de Evacuación de Emergencia: se describe un modelo de toma de decisiones humanas en un escenario de evacuación ante un ataque terrorista en un área comercial de Washington D.C. El modelo fue compuesto por submódulos escritos de acuerdo al esquema BDI (Beliefs-Desires-Intentions), aplicando redes bayesianas y la Teoría de Campos de Decisión [2, p. 143].
- Modelo de comportamiento de peatones integrado con la teoría del campo de decisión y el modelo de fuerza social: similar al anterior, este proyecto modela el comportamiento de los asistentes a un centro comercial durante una evacuación de emergencia. En este modelo se toman en cuenta la conducta del indivi-

duo y la conducta de dicho individuo como parte de un grupo [2, p. 144].

11

### 2.1.3 Agent-Based Modeling: methods and techniques for simulating human systems [3]

El objetivo principal de este coloquio es enfatizar la trascendencia de la modelación basada en agentes (ABM, Agent-Based Modeling) dentro de las técnicas de simulación aplicadas a sistemas humanos. Nuevamente puede apreciarse una descripción del concepto de “conductas emergentes” en un sistema complejo [3, p. 7280].

Entre las ventajas de la ABM mencionadas se encuentran:

- Resulta más “natural” [3, p. 2] modelar las conductas individuales de las entidades que conforman el sistema por medio de agentes.
- ABM facilita la validación y la calibración de los modelos con base en los cuales se establecen las reglas de comportamiento de las entidades.
- Los procesos estocásticos son fácilmente aplicables a la conducta de los agentes de software.
- ABM resulta muy flexible, pues en ella el usuario puede determinar el número de agentes y la complejidad de los mismos.

Otro punto importante de este escrito es la descripción breve de implementaciones de ABM en cuatro áreas distintas:

1. Flujos: rutas de evacuación, control de tráfico, flujo de clientes en una tienda departamental [3, p. 7282].
2. Mercados: mercado accionario, shopbots, simulación de estrategias de mercado [3, p. 7283].
3. Organizaciones: análisis de riesgos operacionales, diseño organizacional [3, p. 7284].
4. Difusión: difusión de conductas y dinámicas sociales [3, p. 7285].

### 2.1.4 Multi Agent Based Simulation: beyond social simulation [4]

Este artículo compara el paradigma de simulación basada en agentes (ABS) con otros paradigmas de simulación (simulación orientada a objetos, simulación de eventos discretos tradicional, micro-simulación dinámica...), puntualizando las ventajas que ofrece ABS. Algunas de las ventajas más relevantes mencionadas son:

- Al simular un sistema humano, dado que cada persona es representada por un agente independiente, es posible (y sencillo) simular distintos tipos de per-

sonas, cada una con diferentes características conductuales.

- No es necesario crear una larga lista de eventos posibles para la simulación. El comportamiento proactivo de los agentes dará pie a la sucesión de eventos, de modo que sólo son necesarias las características conductuales de los agentes para poder modelar dinámicas complejas de interacción dentro del sistema.
- Una ABS es fácilmente escalable, ya que puede dividirse el total de los agentes que han de participar en la simulación entre distintas computadoras.
- ABS provee escenarios flexibles debido a que se pueden agregar o remover agentes a voluntad, aun durante la ejecución de la simulación.

#### 2.1.5 Senturion: a predictive political simulation model [5]

En este artículo se habla sobre una implementación de la Simulación Basada en Agentes usada por el Departamento de Defensa de Estados Unidos para la predicción de amenazas potenciales a la seguridad nacional, así como la identificación de cursos de acción benéficos para los intereses de la nación americana. Dicha simulación fue llevada a cabo mediante una aplicación llamada “Senturion”, que simula dinámicas políticas en diversos contextos para su análisis y predicción [5, p. 1].

Senturion emplea el paradigma de simulación basada en agentes aplicando, además, algoritmos derivados de la teoría de juegos, la teoría de la decisión, la teoría de negociación de espacios (entre otras) para modelar las interacciones presentes entre los agentes [5, p. 2]. Senturion recurre, además, a la categorización de cada parte involucrada en el conflicto (*stakeholder*) tomando como base su nivel de importancia, así como su capacidad de influir sobre el resultado de la situación/conflicto modelado.

El artículo describe tres casos de estudio para Senturion: la operación de liberación Iraquí, las elecciones de Irak en enero de 2005 y la transición del liderazgo palestino después de la muerte de Yasser Arafat. En cada uno de los casos, Senturion demostró un alto grado de precisión, esto debido al análisis sistemático de las interacciones que ocurren entre las partes involucradas en los conflictos [5, p. 19].

#### 2.1.6 Profiling is politically ‘correct’: Agent-Based Modeling of ethno-political conflict [6]

En este trabajo de investigación se implementa un modelo basado en agentes para simular la interacción entre facciones políticas (“FactionSim”). Esta herramienta basa el modelo de conducta de los diferentes tipos de agentes en la implementación de perfiles; es decir, en la determinación de una serie de factores que modelan la conducta de los agentes bajo ciertas condiciones.

Los perfiles de cada tipo de agente son establecidos empleando el esquema PMF-

serv, en el cual los rasgos de personalidad de los líderes son representados mediante un “Árbol de Objetivos, Estándares y Preferencias” (GSP Trees). Las preferencias modelan los objetivos del agente a largo plazo; los estándares modelan los medios por los cuales el agente planea llegar al cumplimiento de sus “preferencias”; los objetivos modelan las metas a corto plazo del agente. La estructura de árboles GSP se aplica a todos los agentes, sin embargo, se hacen adecuaciones a cada uno de los tipos de agentes (líderes y seguidores) para obtener una simulación más realista.

La herramienta FactionSim fue puesta a prueba modelando las dinámicas presentes en conflictos internos en países del Medio Oriente. A pesar de haberse obtenido resultados mayormente favorables, se concluye que es necesario que las ciencias sociales opten por modelos con implementación computacional [6, p. 10]. A pesar de esto, se concluye que la implementación de perfiles es adecuada para la formulación de agentes descriptivos [6, p. 10].

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Teoría de juegos

La teoría de juegos es una disciplina de las matemáticas aplicadas que estudia y recrea situaciones conflictivas en las que el resultado es determinado por las acciones de todas las partes involucradas. En pocas palabras, la teoría de juegos estudia el comportamiento de los individuos involucrados en el conflicto, las motivaciones que guían sus acciones y la forma en que ellos trazan sus estrategias [8, p. 138]. La teoría de juegos ha llamado la atención de científicos de diversas áreas de estudio (economistas, biólogos, sociólogos, etcétera) por ser una herramienta adecuada para el análisis y la resolución de conflictos [9, p. 4].

#### 2.2.1.1 Un vistazo a la teoría de juegos

El primer paso para comprender qué es la teoría de juegos es el familiarizarse con su objeto de estudio: el juego. Este mismo es el modelo de una situación concreta de conflicto en la que participa un número determinado de jugadores. Resulta fácil hacer una relación analógica entre los juegos descritos en la teoría de juegos y los juegos infantiles, lo que nos permite identificar claramente varios elementos clave del juego: los jugadores, las estrategias que dichos jugadores llevan a cabo para alcanzar un objetivo (sea éste particular o comunitario), el escenario en que se lleva a cabo el juego, las reglas que rigen la interacción entre los participantes y la información de que disponen los jugadores para trazar sus estrategias.

Básicamente existen dos formas distintas de definir los juegos (en función de las dinámicas de intercambio de información presentes entre los jugadores): la teoría

14 de juegos no-cooperativos y la teoría de juegos cooperativos [8, p. 138]. La primera presenta un conjunto discreto de jugadores, cada uno con una cantidad determinada de estrategias disponibles, y las recompensas potenciales que pueden ser alcanzadas mediante la realización de dichas estrategias. Se les llama “no-cooperativos” debido a que las decisiones tomadas por los jugadores son independientes del resto de los jugadores (es decir, que no buscan aportar ningún beneficio a los demás participantes), a la vez que se toman en cuenta las posibles estrategias formuladas por sus contrincentes. En otras palabras, los jugadores demuestran ser egoístas, pero se interesan en conocer las posibles estrategias que sus oponentes pueden emplear. Por otro lado, la teoría de juegos cooperativos asume un concepto similar al de su contraparte; sin embargo, en un juego cooperativo, los jugadores forman coaliciones que les permitirán alcanzar sus objetivos. Dentro de estas coaliciones, los jugadores comparten información, estrategias, y en ellas sostienen posiciones de poder sobre aquellos jugadores con los que no están asociados.

Un elemento importante en el juego (mismo que da lugar al conflicto) es la recompensa obtenida por la ejecución de estrategias efectivas. La comprensión de este elemento nos brindará un mejor entendimiento acerca de las motivaciones que dirigen las acciones de los jugadores.

#### 2.2.1.2 Importancia de la teoría de juegos en el estudio de las ciencias sociales

Se han empleado distintos modelos de juegos, tanto cooperativos como no cooperativos, para modelar distintas problemáticas de interés para las ciencias políticas y sociales, entre los que destacan: problemas de división de recursos, conflictos por repartición de espacios, relaciones internacionales y conflictos de elección social [10, p. 2]. La teoría de juegos puede ser empleada como herramienta de análisis, al igual que como herramienta de formulación de estrategias óptimas en la solución de distintos problemas abordados a través de la toma de decisiones grupales.

#### 2.2.1.3 Teoría de juegos aplicada a la toma de decisiones grupales

La toma de decisiones grupales encaja perfectamente en la definición de juego empleada por la teoría de juegos: a) está compuesta por un conjunto de jugadores; b) existe un conjunto determinado de movimientos (o combinaciones de movimientos) disponibles para estos jugadores; y c) existe la especificación de recompensas (o castigos) para cada resultado posible al final del juego. Si tomásemos como ejemplo un referéndum sobre la aprobación de una nueva ley, cada miembro de los distintos partidos políticos puede ser considerado como un jugador, lo mismo que otros componentes del sistema político. El conjunto de movimientos que cada jugador puede efectuar está determinado por el dinamismo de sus estrategias y por el tiempo del que dispongan antes de la votación final. Determinar las recompensas podría parecer obvio a simple vista (la aceptación o el rechazo de una nueva política, o la elección de un oficial de gobierno); pero, de acuerdo a la teoría de la elección social, los intereses

individuales juegan un papel determinante en el proceso de decisión de cada miembro del electorado.

15

## 2.2.2 Teoría de agentes

Habiendo establecido el proceso de toma de decisiones grupales como un juego, resulta de vital importancia modelar dicho fenómeno a partir de los jugadores. Para esto se opta por recurrir a la teoría de agentes inteligentes, misma que ha demostrado poseer grandes ventajas en la modelación del comportamiento de sistemas complejos en los que interactúan entidades independientes y proactivas.

### 2.2.2.1 Introducción a la teoría de agentes

El término “agente” proviene de la palabra latina “egere” (que significa “hacer”), por lo tanto, resulta lógico inferir que la naturaleza de los agentes inteligentes (de software) recae en la realización de una, o bien, varias tareas específicas dirigiendo, de esta manera, todas sus acciones a completarlas. Las principales características de un agente inteligente son las siguientes:

- Autonomía: los agentes realizan su tarea (o tareas) sin ser manipulados por ningún ser humano (ni otro agente).
- Sociabilidad: pueden interactuar con otros agentes (incluso con seres humanos) ya sea para cooperar con ellos o para obstaculizarlos.
- Reactividad: presentan respuestas a los estímulos y eventos ocurridos en el ambiente en que se desenvuelven; dichos estímulos pueden percibirse de distintas maneras.
- Proactividad: las acciones efectuadas por el agente están dirigidas hacia la realización de un objetivo o tarea determinada.

Cuando un sistema recurre al uso de más de un agente, se le llama sistema multi-agente (MAS, multi-agent system). En un MAS, los agentes generalmente cooperan entre sí para alcanzar un objetivo, ya sea desempeñando todos una misma tarea, o bien, asumiendo distintos roles que den pie a la creación de agentes especializados en un aspecto de dicha tarea.

La programación orientada a agentes [11] es un paradigma propuesto por Yoav Shoham a finales de la década de 1980 y principios de la década de 1990. En 1993, Yoav Shoham estableció las bases que conforman el marco de trabajo de la programación de “agentes de software” [11, p. 52], mismo que establece aquellas características que determinan si un componente (ya sea software o hardware) es o no un agente [11, p. 52]. Actualmente existen otros marcos de trabajo para el desarrollo de agentes

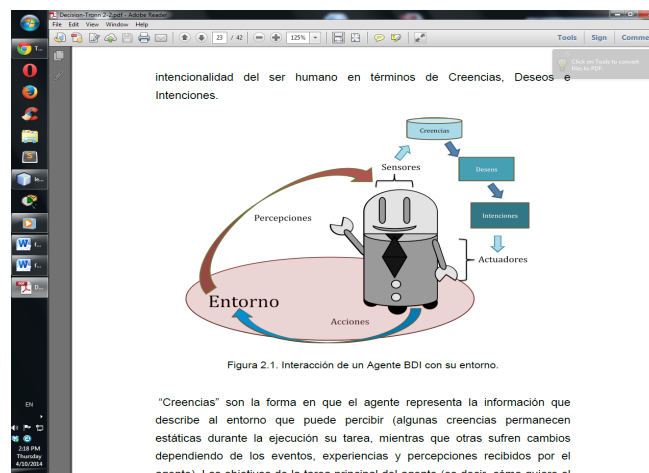
- 16 de software, al igual que existen múltiples implementaciones de los mismos en casi cualquier lenguaje que siga el paradigma de la programación orientada a objetos.

La implementación de agentes de software en la simulación y modelado de sistemas complejos (ABS, Agent-Based Simulation) comenzó a cobrar popularidad en la década de 1990. Una de las principales razones para su creciente popularidad radica en la posibilidad que ofrece de simular sistemas complejos y organizados mediante la representación de dichos sistemas en interacciones de los subsistemas que los conforman [12, p. 77]; tales subsistemas podrían ser vistos como un conjunto de entidades autónomas [3].

### 2.2.2.2 Modelo BDI de agentes inteligentes

De acuerdo con la definición de agente presentada en la sección anterior, el agente opera en un entorno para desempeñar una tarea específica (ya sea solo o con ayuda de otros agentes). Dada la importancia que esta definición designa al entorno, se entiende que las acciones del agente están encaminadas a modificar dicho entorno en la forma que su tarea le demanda. El modelo BDI (Beliefs-Desires-Intentions) de agentes inteligentes se basa en la teoría del razonamiento práctico de Michael Bratman y en los sistemas intencionales definidos por Daniel Dennett, los cuales describen la intencionalidad del ser humano en términos de creencias, deseos e intenciones.

Figura 1. Interacción de un Agente BDI con su entorno.



“Creencias” son la forma en que el agente representa la información que describe al entorno que puede percibir (algunas creencias permanecen estáticas durante la ejecución su tarea, mientras que otras sufren cambios dependiendo de los eventos, experiencias y percepciones recibidos por el agente). Los objetivos de la tarea prin-

cial del agente (es decir, cómo quiere el agente que sea el entorno) son conocidos como “deseos”. Por último, se llama “intenciones” a aquellas acciones (o series de acciones) que el agente lleva a cabo para transformar su entorno (buscando que éste se asemeje al descrito por sus deseos).

## 2.2.3 Modelos psicológicos e ingeniería del comportamiento

El estudio de la conducta humana ha sido de gran interés para el ser humano desde hace ya muchos años, llevando al desarrollo de metodologías científicas formales para su análisis. El paradigma conductista ha desarrollado diversas vertientes, todas ellas contempladas por la ingeniería del comportamiento. La ingeniería del comportamiento, en palabras de William Udray, es definida como: “[...] la aplicación práctica y precisa de conocimientos científicos para la elaboración, perfeccionamiento y manejo de técnicas de establecimiento, mantenimiento o eliminación de conductas humanas [...]” [13, p. 29].

### 2.2.3.1 Modelo de personalidad: etnopsicología del mexicano

La personalidad de los agentes inteligentes en Decision-Tronn se basa en los estudios del doctor Rogelio Díaz-Guerrero (Universidad Nacional Autónoma de México) acerca de la psicología del mexicano. La tipología producto de las investigaciones de Díaz-Guerrero evalúa al ser humano mexicano tomando en cuenta sus premisas histórico-socioculturales y la filosofía de vida del individuo.

Las premisas histórico-socioculturales están conformadas por: la herencia cultural del país (o región) de origen del individuo evaluado, la influencia de su ambiente familiar, y eventos históricos relevantes para su comunidad. Los factores evaluados en esta categoría son: machismo, obediencia afiliativa, consentimiento, statu quo familiar y rigidez cultural. Díaz-Guerrero señala la relación que estos factores tienen con la forma en que el individuo se conduce en su comunidad y con la medida en que dicho individuo ha asimilado y aceptado (o rechazado) los rasgos propios de dicha cultura [14, p. 275].

La filosofía de vida se compone de cuatro factores: autoafirmación-obediencia, control interno-externo, audacia, autonomía. Estos factores miden los recursos de que disponen los individuos para afrontar las dificultades que les presenta la vida cotidiana. Además, estos factores también ayudan a estimar el tipo de medios por los cuales los individuos mexicanos logran el cumplimiento de sus objetivos.

Tomando en cuenta las premisas histórico-socioculturales y la filosofía de vida del individuo, puede clasificarse a dicho individuo dentro de uno de cuatro tipos de mexicano:

18 Tipo 1, Obediente-afiliativo: es el tipo de mexicano más común; son poco rebeldes, conformes y les gusta complacer a los demás. Este tipo de mexicano tiende a buscar seguir el orden social establecido, al igual que evitan contradecir las normas impuestas por sus “superiores” [14, p. 19].

Tipo 2, Control interno activo: resaltan en ellos conductas racionales y cautelosas; sin embargo, también se trata de individuos flexibles y reflexivos que gozan de una libertad interna poco común. Estos individuos presentan un alto nivel intelectual y cognitivo [14, p. 23].

Tipo 3, Control externo pasivo: individuos caracterizados por su agresividad, desobediencia de las normas sociales, machismo y actitudes impulsivas. También puede percibirse en ellos una gran tendencia hacia la corrupción y oportunismo. En la definición hecha por el doctor Rogelio Díaz-Guerrero, estos individuos retratan los peores aspectos de la cultura mexicana [14, p. 27].

Tipo 4, Rebelde autoafirmativo: se caracteriza por su rebeldía e impulsividad, otro aspecto destacable es su agresividad (misma que lo lleva a ser vengativo). Manifiesta un gran sentido de independencia, mismo que lo impulsa a ser líder de aquellos individuos cuya personalidad es más servil y dependiente [14, p. 20].

#### 2.2.3.2 Escala de valores

La escala de valores empleada para modelar aquellos valores predominantes en cada participante de Decision-Tronn se basa en los estudios del doctor Díaz-Guerrero y el doctor Díaz-Loving. Durante una ponencia sobre las necesidades y valores predominantes en la frontera entre los Estados Unidos de América y México se obtuvo una escala de valores; dicha escala se conforma de treinta valores asociados a treinta necesidades que, a su vez, representan los cinco niveles de la pirámide de Maslow [15, p. 50] [16, p. 4] [17, p. 6]. Estos valores son:

- Comer
- Salud
- Seguridad emocional
- Tranquilidad
- Justicia en la familia
- Orden
- Seguridad familiar
- Amistad
- Cariño
- Dinero
- Reconocimiento
- Éxito
- Dominar

- Poder
- Felicidad
- Libertad
- Conocimiento
- Armonía
- Belleza
- Igualdad
- Orden social
- Seguridad nacional
- Creatividad
- Sabiduría
- Justicia social
- Religión
- Amor
- Respeto
- Democracia
- Cercanía con Dios

Estos valores servirán a los individuos para poder ejercer un juicio respecto a las opciones que se les presentan en el desempeño de sus actividades.

## 2.2.4 Proceso de toma de decisión grupal

El proceso de negociación es uno de los puntos centrales en Decision-Tronn, ya que en podemos apreciar el comportamiento de los agentes durante el “caos” del ambiente de negociación en una toma de decisión grupal. Dicho proceso se lleva a cabo cuando un agente intenta convencer a otro para que configure sus preferencias (respecto a la propuesta) con las propias. Para ello, se ha contemplado la existencia de estilos de poder apoyados por los estudios de la doctora Sofía Rivera Aragón y el doctor Rolando Díaz-Loving.

Producto de dichas investigaciones se obtuvo una escala de estilos de poder, es decir, “[...] cualquier tipo de conducta a través de la cual se logra que los otros hagan lo que nosotros como individuos queremos que se haga” [18, p. 24]. La escala de estilos de poder propuesta se compone de ocho estilos:

1. Autoritario: “Persona que hace uso de conductas directas, autoafirmativas, tiranas, controladoras, inflexibles y hasta violentas; intenta mantener sometido bajo el yugo de su dominio” [18, p. 174].
2. Afectuoso: “El sujeto se dirige a su pareja con comportamientos social, emocional y racionalmente aceptables siendo amable, respetuoso y cariñoso” [18, p.

3. Democrático: “Existe un compromiso con la pareja que trae beneficios mutuamente aceptables” [18, p. 174].

4. Tranquilo-conciliador: “Es una manera sublime de manejar la situación sin que se perciba la influencia o control sobre el otro” [18, p. 174].

5. Negociador: “La forma de pedir a la pareja se entiende como una decisión de dos, en intercambio en la posesión de la influencia” [18, p. 174].

6. Agresivo-evitante: “El sujeto ejerce poder a través del distanciamiento y actitud evasiva y negligente” [18, p. 174].

7. Laissez-faire: “Otorga la libertad y permisión al dominado” [18, p. 174].

8. Sumiso: “Es una forma de resistencia pasiva, se basa en el descuido, desgano, la necesidad y el olvido, sin que se dé jamás el enfrentamiento directo” [18, p. 174].

### III. METODOLOGÍA

**E**l modelo propuesto en este trabajo de investigación ha sido diseñado para implementarse en cualquier plataforma de desarrollo de software, y en casi cualquier marco de desarrollo de sistemas multi-agentes. El prototipo Decision-Tronn fue desarrollado en el lenguaje de programación Java, bajo el marco de desarrollo de agentes JADE; sin embargo esto no impide que el modelo pueda ajustarse a cualquier lenguaje de programación y a casi cualquier implementación de agentes inteligentes.

#### 3.1 JADE

JADE (Java Agent DEvelopment Framework) se trata de un Marco de desarrollo de agentes inteligentes bajo el estándar de FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents). FIPA es una organización que promueve la tecnología basada en agentes, al igual que promueve estándares para la interoperabilidad entre dichas tecnologías y otras ya existentes. FIPA fue aceptada por la IEEE como su onceavo comité de estándares en el año 2005.

JADE es un middleware flexible y cuya estructura facilita el desarrollo de aplicaciones basadas en agentes. Gracias a que JADE está escrito en Java, es posible sacar provecho de todas las funcionalidades y librerías externas desarrolladas bajo este

lenguaje. JADE basa el ciclo de vida de los agentes en la implementación de una cola de comportamientos, mismos que a su vez son implementados en forma de clases. Esta última característica facilita el añadir complejidad a la conducta de los agentes (a la vez que facilita aumentar el número de posibles comportamientos disponibles para el agente) en forma sencilla.

## 3.2 Decision-Tronn a la luz de la teoría de juegos

En teoría, Decision-Tronn presenta un juego cooperativo (tomando como base la terminología empleada en la teoría de juegos) en el que se modela la conducta humana en la toma de una decisión grupal. El escenario presentado hasta el momento resulta bastante simple: se organiza un comité que ha de decidir cuál de entre cuatro personajes resulta más carismático. Dicho comité está conformado por miembros con una misma jerarquía. Una vez presentados los personajes, los miembros del comité dispondrán de un intervalo de tiempo para decidir por cuál de ellos votarán. El resultado, naturalmente, se decidirá con base en el número de votos que haya obtenido cada personaje.

La dinámica del juego, a partir de este punto, es la siguiente: durante el tiempo que se otorga a los miembros del comité para que tomen una decisión, se supone que éstos interactúen con los otros miembros buscando convencerlos de votar en cierta forma (dicha forma será determinada por los intereses personales de cada participante). En secciones posteriores se tratará a fondo el fenómeno de la negociación.

Figura 2. Secuencia de ejecución de Decision-Tronn



### 3.2.1 Reglas de Decision-Tronn

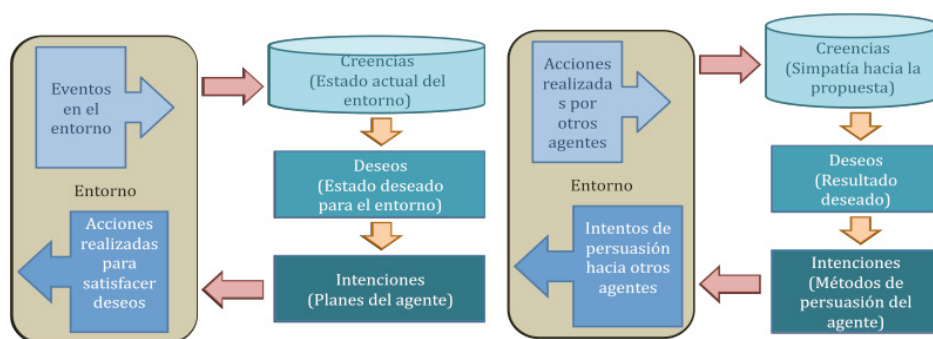
A continuación procederemos a revisar algunas de las reglas que dan forma a Decision-Tronn:

- Cada participante puede interactuar con el resto de los miembros del grupo por medio de la exposición de sus ideas.
- Las interacciones se modelarán con base en un modelo de “ataque simple”, es decir, el miembro interesado en convencer al resto del grupo de votar de acuerdo a su preferencia, cuenta con una sola oportunidad para emplear una táctica de convencimiento. Los participantes que resultan “atacados”, no presentan ninguna especie de “contraataque”. El “atacante” podrá percibir el efecto que ha tenido su intento de negociación.
- El efecto que percibe un “atacante”, después de haber llevado a cabo una estrategia de convencimiento, se traduce en uno de dos resultados: éxito o fracaso, quedando oculta la medida en que se han afectado las convicciones del contrincente.
- El voto de cada participante es secreto. Debido a esto, el juego presentará características tanto del juego cooperativo como del no cooperativo. Por una parte, es de suponerse que se formen coaliciones basadas en intereses mutuos, o bien, producidas por el efecto de las negociaciones. Retomando los argumentos expuestos en la teoría de la elección pública [19], se espera que cada miembro del electorado busque obtener el cumplimiento de sus intereses personales y creencias aún por encima de los de su grupo. Esto da pie a que el objetivo central en las negociaciones sea la generación de nuevas coaliciones que garanticen que los resultados de la elección favorezcan a sus intereses y necesidades personales.
- Los participantes no conocen los movimientos realizados por el resto del grupo ni su posición ante la decisión (al menos, no hasta haber realizado un intento de convencimiento sobre ellos). Teniendo en cuenta esta regla, se establece la necesidad de los participantes por convencer a quienes no comparten su punto de vista, como de reafirmar la preferencia que sienten sus “aliados” (o sea, aquellos que comparten su punto de vista).

### 3.3 APLICACIÓN DEL MODELO BDI EN DECISION-TRONN

La adopción del modelo BDI resulta muy conveniente al abordar el problema de la simulación eficiente del comportamiento humano. Como se ha dicho anteriormente, las creencias del agente se conforman de variables dinámicas y estáticas. Entre las variables estáticas encontramos los perfiles de personalidad de los agentes (es decir, el tipo de mexicano al que pertenece y la escala de valores que presenta), mismos que (dada la brevedad de los procesos de toma de decisión) no cambian durante el transcurso del proceso; sin embargo, parte esencial del modelo BDI es la transformación de creencias dentro del agente, de modo que la variable dinámica que reside en las creencias del agente es su vector de simpatía hacia la propuesta sobre la cual decide.

Figura 3. Comparación entre el modelo BDI y el modelo BDI de Decision-Tronn



El vector que representa la simpatía hacia la propuesta determina los deseos del agente (es decir, cómo desea que se resuelva el conflicto). Resulta interesante encontrar los deseos del agente como un elemento estático, mismo que cambia según se desarrolle el proceso. Por último, las intenciones (las acciones que el agente realiza para lograr sus objetivos primarios) se expresan mediante las estrategias de negociación empleadas para convencer al resto de los agentes de modificar sus deseos y, por tanto, votar en la forma que facilite lograr sus objetivos.

### 3.4 PAPEL DE LOS MODELOS PSICOLÓGICOS EN DECISION-TRONN

Muchos sociólogos encuentran útil la teoría de juegos para la modelación y el análisis del comportamiento de poblaciones humanas (siendo confrontadas con situaciones análogas al juego estudiado), aunque algunos académicos creen que no es adecuada para dicho propósito. Tales críticas se fundamentan, en su mayoría, en la suposición

24 comúnmente adoptada por los expositores de la teoría de juegos, quienes esperan que los jugadores busquen siempre maximizar sus ganancias impidiendo así la reproducción de conductas reales [6, p. 10]. Decision-Tronn intentará solucionar (al menos en teoría) este problema mediante la implementación de modelos psicológicos de personalidad ampliamente aceptados por los estándares de la psicología mexicana.

Los modelos psicológicos empleados en Decision-Tronn fueron seleccionados debido a que juntos evalúan tres aspectos esenciales que dan forma a la personalidad del ser humano: la herencia cultural que ha recibido por parte de su familia, la forma en que afronta la vida y sus dificultades, los valores propios del individuo (y la influencia que éstos ejercen sobre la perspectiva que dicho individuo tiene de su entorno y de las situaciones que lo rodean).

El papel que juegan estos modelos en Decision-Tronn es crucial, pues a partir de ellos se generará la simulación individual de cada agente inteligente, dando pie a la modelación de conductas emergentes en los individuos simulados, es decir, a la simulación de un sistema complejo a partir de las entidades individuales y autónomas (subsistemas) que lo conforman.

### 3.4.1 Los valores en Decision-Tronn

El primer modelo que tiene lugar en Decision-Tronn es el modelo de valores desarrollado por Rogelio Díaz-Guerrero y Rolando Díaz-Loving, que tiene lugar durante la inicialización del agente (es decir, al momento de generar un juicio respecto a la propuesta presentada). En Decision-Tronn, los valores arrojados por el test de valores de Díaz-Guerrero servirán para estimar el nivel de simpatía que sentirá el agente por cada una de las opciones presentadas ante él. Se ha propuesto un número determinado de reglas basadas en estos valores y en función de las características de la propuesta presentada, de modo que cada factor desarrolle (como resultado de la valoración propia de su rasgo) un vector resultante cuyo signo representará la simpatía o antipatía que el agente siente hacia la propuesta, y cuya magnitud estará en función del nivel de cualquiera de estas dos motivaciones. Al final, si sumamos todos estos vectores, tendremos como resultante un único vector que expresará un juicio por parte del individuo hacia la opción propuesta. Este proceso se iterará por cada opción contenida en la propuesta.

El juicio efectuado puede variar en intensidad y orientación (yendo desde un gran rechazo hasta una aceptación muy acentuada, cayendo quizás en un alto nivel de indiferencia) modelando de esta manera el nivel de convencimiento que siente un agente ante la toma de una decisión (existiendo un conflicto interno de por medio). Este grado de aceptación o rechazo determinará el estado inicial de las creencias del agente, a la vez que determinará la intensidad con la cual él intentará orientar las decisiones de los demás miembros del electorado hacia su preferencia personal.

### 3.4.2 Estilos de poder en Decision-Tronn

Los estilos de poder planteados por Rolando Díaz-Loving y Sofía Rivera Aragón conforman la columna vertebral del proceso de negociación en Decision-Tronn. Los ataques intercambiados por los agentes en Decision-Tronn son conformados por un vector con tres valores: el primero es la opción de la propuesta a favor de la cual el agente está negociando; el segundo es el estilo de poder que dicho agente intenta ejercer para convencer a sus compañeros; el último es un valor numérico estimado por la efectividad del agente para ejercer dicho estilo de poder sobre otros agentes.

Cada agente que es persuadido para votar por alguna opción de la propuesta cuenta con un nivel determinado de resistencia hacia cada estilo de poder. Al ser atacado un agente, se compararán el nivel de destreza del atacante y la resistencia que el atacado posee; de ser mayor el nivel de destreza del atacante, la resta entre su destreza y la resistencia del atacado será sumada al vector de simpatía para la opción en cuestión del atacado.

Tanto los niveles de destreza como los niveles de resistencia de cada agente son determinados por el tipo de mexicano al que pertenecen (de acuerdo a la escala de Díaz-Guerrero) y se calculan al momento de inicializar los atributos de cada agente.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Pruebas

**L**a implementación del software Decision-Tronn fue sometida a una primera etapa de pruebas sintéticas para verificar el desempeño del modelo de comportamiento de los agentes, la cual consiste en las siguientes condiciones:

- Se ha creado un tipo de propuesta específico, buscando que resulte fácil estimar la simpatía que inspire en los miembros del grupo (tomando en cuenta el perfil de dichos miembros).
- Se han diseñado dos perfiles psicométricos con escalas de valores contrastantes y diferentes capacidades de negociación; se ha procurado que uno de los dos perfiles tenga ventaja al tratar de manipular a los contrincantes pertenecientes al tipo opuesto. Al perfil más “fuerte” (es decir, al que tiene mayor ventaja al momento de negociar) se le ha denominado “perfil rudo” y al más “débil” se le ha llamado “perfil débil” (ver la tabla 1).
- Se procede a realizar veinte simulaciones del escenario propuesto en las que la

- toma de decisión será tomada por tres agentes rudos y dos agentes débiles.
- Se ha de registrar el tiempo, en segundos, que dure cada simulación, ya sea que se haya llegado a un acuerdo, o bien, que se haya terminado el tiempo límite designado a la deliberación (cinco minutos, es decir, 300 segundos); también se registrará el personaje por quien cada agente votó al finalizar el ejercicio.

Tabla 1. Características de la propuesta planteada para las pruebas sintéticas.

Nombre de la propuesta: Mejor modelo a seguir			
Opciones de la propuesta	Madre Teresa de Calcuta	Albert Einstein	Che Guevara
Comer	2	0	0
Salud	2	0	0
Seguridad emocional	1	0	0
Tranquilidad	1	0	0
Justicia en la familia	0	0	0
Orden	1	0	-2
Seguridad familiar	1	0	0
Amor	2	0	0
Respeto	2	1	0
Amistad	2	0	0
Cariño	2	0	0
Dinero	-2	0	-1
Reconocimiento	2	2	1
Éxito	-1	2	1
Dominar	-2	0	2
Poder	-1	0	2
Felicidad	1	0	0
Libertad	0	0	2
Conocimiento	0	2	1
Democracia	0	0	2
Armonía	1	2	-1
Belleza	-2	0	0
Igualdad	0	0	2
Orden social	1	0	2
Seguridad nacional	0	0	2
Creatividad	0	2	0

Sabiduría	0	2	0
Justicia social	2	0	2
Religión	2	-2	-2
Cercanía con Dios	2	-1	-2

Tabla 2. Perfiles psicométricos diseñados para la prueba sintética.

	Perfil rudo	Perfil débil
Tipo de mexicano	Tipo 4	Tipo 1
Comer	3	4
Salud	2	5
Seguridad emocional	1	4
Tranquilidad	1	4
Justicia en la familia	2	4
Orden	2	4
Seguridad familiar	3	5
Amor	1	5
Respeto	1	4
Amistad	2	4
Cariño	1	5
Dinero	4	1
Reconocimiento	5	3
Éxito	4	1
Dominar	5	1
Poder	5	1
Felicidad	3	4
Libertad	5	3
Conocimiento	2	2
Democracia	3	4
Armonía	2	4
Belleza	1	1
Igualdad	2	2
Orden social	2	1
Seguridad nacional	1	2
Creatividad	2	2
Sabiduría	1	1
Justicia social	5	1

Religión	1	5
Cercanía con Dios	1	5
Autoritario	7	1
Afectuoso	1	7
Democrático	2	4
Tranquilo-conciliador	1	7
Negociador	4	5
Agresivo-evitante	7	1
Laissez-faire	1	2
Sumiso	1	7

## 4.2 RESULTADOS

Se han realizado las pruebas descritas en la sección anterior esperando obtener los siguientes resultados:

- El 100% de las simulaciones resultarán en la elección de Che Guevara como mejor modelo a seguir, debido a la gran ventaja en ejercicio del poder que tienen los “rudos” sobre los “débiles” .
- El tiempo de deliberación será relativamente corto (no se puede estimar con exactitud debido a las diferencias entre ciclos computacionales y el tiempo real en que ocurren los eventos).

La tabla 3 demuestra que las estimaciones respecto a los resultados de las pruebas fueron acertadas. El tiempo promedio de simulación fue de 10.95 segundos (siendo siete segundos el más bajo, y 18 segundos el más alto).

Tabla 3. Resultados de la prueba sintética.

Simulación	Rudo1	Rudo2	Rudo3	Débil1	Débil2	Resultado final	Tiempo (segundos)
1	C	C	C	C	C	C	8
2	C	C	C	C	C	C	8
3	C	C	C	C	C	C	9
4	C	C	C	C	C	C	9
5	C	C	C	C	C	C	12
6	C	C	C	C	C	C	11
7	C	C	C	C	C	C	7

8	C	C	C	C	C	C	11
9	C	C	C	C	C	C	13
10	C	C	C	C	C	C	12
11	C	C	C	C	C	C	11
12	C	C	C	C	C	C	11
13	C	C	C	C	C	C	10
14	C	C	C	C	C	C	9
15	C	C	C	C	C	C	10
16	C	C	C	C	C	C	18
17	C	C	C	C	C	C	16
18	C	C	C	C	C	C	9
19	C	C	C	C	C	C	8
20	C	C	C	C	C	C	17

La primera columna enumera las simulaciones llevadas a cabo durante la prueba. Las columnas siguientes (2-6) despliegan los nombres de cada agente (denotando el perfil con que es modelado) así como el voto que ejerció en cada simulación. La columna 7 indica el resultado final de la votación (indicando qué personaje obtuvo más votos). La última columna indica el tiempo en segundos que duró la deliberación. Significado de los indicadores: M=Madre teresa de Calcuta; A= Albert Einstein; C= Che Guevara.

## V. CONCLUSIONES

Las pruebas sintéticas de Decision-Tronn han sido un éxito. Sin embargo, el presente trabajo de investigación aún no ha concluido debido a que no se han llevado a cabo las pruebas reales (mismas que conforman el segundo y tercer objetivo particulares de esta investigación). Dichas pruebas no pudieron ser llevadas a cabo debido a imprevistos relacionados con la coordinación de horarios de trabajo colaborativo con la Escuela Superior de Psicología de Ciudad Juárez.

El trabajo futuro que se vislumbra es amplio. Entre los objetivos inmediatos se contempla:

- Corroborar el desempeño del software bajo situaciones reales y, de ser necesario, recalibrar el modelo para incrementar su efectividad, a fin de satisfacer los estándares requeridos por las ciencias sociales.
- Experimentar con otros escenarios de toma de decisión grupal (votación con múltiples opciones, implementar diferentes niveles jerárquicos en los participantes).
- Migrar el código a Java FX, pues la librería grafica Java Swing se encuentra despreciada por Oracle.
- Implementar los agentes propuestos en Decision-Tronn en una plataforma móvil (Android o Blackberry, u otra que se programe en Java).

## REFERENCIAS

- [1] Engle, E. (2008). Agent models of political interactions. Berlin.
- [2] Chan, W. K. V. Son, Y. J. y Macal, C. M. (2010). Agent-based simulation tutorial—simulation of emergent behavior and differences between agent-based simulation and discrete-event simulation. Winter Simulation Conference.
- [3] Bonabeau, E. (2002). Agent-based modeling: methods and techniques for simulating human systems. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Cambridge.
- [4] Davidsson, P. (2000). Multi agent based simulation: beyond social simulation. Workshop on Multi Agent Based Simulation (MABS).
- [5] Abdollahian, M. Baranick, M. Efrid, B. y Kugler, J. (2006). Senturion: a predictive political simulation model. National Defense University Center for Technology and Security Policy. Washington D.C.
- [6] Silverman, B. G. Bharathy, G. K. y Nye, B. (2007). Profiling is politically ‘correct’: agent-based modeling of ethno-political conflict. ScholarlyCommons.
- [8] Monsalve, S. (2003). John Nash y la teoría de juegos. *Lecturas Matemáticas*, pp. 137-149.
- [9] Turocy, T. L. y von Stengel, B. (2001). *Game theory*.
- [10] Abarca Rodríguez, A. (2006). La teoría de juegos y su relevancia en la metodología para el análisis político. Ponencia dedicada al catedrático doctor José M. Rodríguez Zamora.
- [11] Shoham, Y. (1993). Agent-oriented programming. *Journal of Artificial Intelligence*, vol. 60, pp. 51-92.
- [12] Heath, B. L. (2010). The history, philosophy, and practice of agent-based modeling and the development of the conceptual model for simulation diagram.
- [13] Urday, W. M. (2002). *Ingeniería del comportamiento: Aplicaciones clínicas y educativas*. Lima: Asociación Peruana de Psicología.
- [14] Díaz-Guerrero, R. (2006). *Psicología del mexicano*. Trillas.
- [15] Díaz-Guerrero, R. y Díaz-Loving, R. (2002). An approach to the origin of values. *Psychology and Education Journal*, vol. 38, n° 3/4.
- [16] Díaz-Guerrero, R. y Díaz-Loving, R. (1998). La necesidad y el origen de los valores. VII

- [17] Díaz-Guerrero, R. y Díaz-Loving, R. (2000). Needs and values in three cultures: controversy and a dilemma. México D.F.
- [18] Rivera Aragón, S. y Díaz-Loving, R. (2002). La cultura del poder en la pareja. México: Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa.

UACJ

*Decisión-Tronch*