



## Aplicación de solución difusa de la negociación a tres casos de estudio

### *Application of a fuzzy negotiation solution to three study cases*

Erick González-Caballero<sup>I</sup>, Rafael A. Espín-Andrade<sup>II</sup>

<sup>I</sup> Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae. La Habana, Cuba.

E-mail: erickgc@cemat.cujae.edu.cu

<sup>II</sup> Universidad de Occidente. Sinaloa, México.

E-mail: rafaelespin@yahoo.com

*Recibido: 28/04/2011*

*Aprobado: 01082013*

#### RESUMEN

La Solución Compensatoria de la Negociación basada en la Ingeniería del Conocimiento (SCNIC) es una nueva solución para la ayuda a la decisión en el regateo que se apoya en las matemáticas, la Inteligencia Artificial y la lógica, específicamente en la Teoría de Juegos Cooperativos N-Personales, la Ingeniería del Conocimiento y la Lógica Difusa Compensatoria (LDC). Una ventaja de esta solución sobre sus precedentes es la interpretabilidad de sus predicados compuestos, gracias al sistema lógico que utiliza. El objetivo de este artículo es mostrar las potencialidades de esta herramienta mediante su aplicación en el estudio de tres casos reales. Para ello se utilizó el estudio de casos como método de trabajo para corroborar que la SCNIC es aplicable para resolver problemas de negociación reales. En todos los casos resueltos, el resultado fue que con la SCNIC los índices satisfacen una escala absoluta de medición, mientras que con la SDNIC estos satisfacían una escala de medición relativa.

**Palabras clave:** negociación, regateo, lógica difusa compensatoria, estudio de caso.

#### ABSTRACT

Compensatory Negotiation Solution by Knowledge Engineering (CNSKE) is a new solution for decision support in bargaining that is based on mathematics, artificial intelligence and logic, specifically Cooperative n-person games, Knowledge Engineering and Compensatory Fuzzy Logic (CFL). An advantage of this solution, upon its predecessors, is the interpretability of its compounds predicates because of the logic system used. The potential of this tool is shown through its application in the study of three real cases. Case study was used as a method to confirm that the SCNIC is applicable for solving real negotiations. In all cases analyzed, the result was that indexes of CNSKE satisfy an absolute scale of measure, this is a significant difference with FNSKE, which only satisfies a relative scale of measure.

**Key words:** *negotiation, bargaining, compensatory fuzzy logic, case study.*

## I. INTRODUCCIÓN

Negociar es una de las actividades intrínsecas al ser humano. Constituye un tema de especial interés en las ciencias económicas. Una definición formal de negociación, es la aportada por Puchol, et al (2009) como: "actividad en la que dos partes, cuyos intereses son en parte complementarios y en parte opuestos, tratan de alcanzar un acuerdo que satisfaga al máximo los intereses de uno y otro, al tiempo que facilita la realización de nuevas negociaciones en el futuro" [1].

La negociación se clasifica en distributiva o en integradora. Una negociación distributiva es aquella donde una parte gana a expensas de la pérdida de la otra, mientras que en la *negociación integradora* las partes llegan a acuerdos o cooperan entre sí para que todos obtengan ganancias, esto implica que las partes se encaminen en tareas y objetivos comunes de manera cooperativa [2]. La primera se asocia generalmente a la negociación sobre un solo aspecto, generalmente el precio, y la segunda se realiza sobre todo en negociaciones más complejas.

El regateo es un proceso simple de negociación distributiva, competitiva y posicional a la vez; competitiva porque cada parte trata de obtener lo más que puede, sin pensar en las otras, y *posicional* porque cada parte toma una posición, discute por ella y hace concesiones para alcanzar un compromiso, [3].

Por la importancia que tiene el regateo han surgido métodos para medirlo, como es el BATNA (*Best alternative to a negotiation agreement*) o Mejores alternativas para un acuerdo de negociación [2].

En la literatura matemática existe la Teoría de Juegos Cooperativos N-Personales, cuya solución más citada y estudiada es el Valor de Shapley, que se basa en ciertos axiomas de racionalidad [4].

Sin embargo, ninguna de estas soluciones escapa a las críticas de los especialistas. El BATNA es un índice inexacto y las soluciones de la Teoría de Juegos Cooperativos muchas veces no son fácilmente aplicables en situaciones reales y algunos de los axiomas en que se basan no pueden ser considerados racionales, como el muy criticado axioma de aditividad de Shapley, [5; 6; 7].

Un reciente modelo de regateo es la Solución Compensatoria de la Negociación *basada* en la Ingeniería del Conocimiento (SCNIC) [8; 9]. Este modelo surge a partir de la llamada *Solución Difusa de la Negociación basada en la Ingeniería del Conocimiento* (SDNIC) 5. Ambas han creado un nuevo paradigma para la solución de los problemas de regateo, puesto que las dos se basan en proposiciones extraídas de la literatura no matemática de la negociación, de manera que se parte de principios aplicados por expertos que responden a la realidad del regateo y no a principios normativos que cumplen con la noción de sentido común; pero que muchas veces arrojan resultados que contradicen la racionalidad.

Estas proposiciones se obtuvieron a partir de lo que se conoce por Negociación sobre Principios o Negociación sobre los Méritos con algunas características de la negociación integradora extraídas de textos de algunos autores que han incursionado en los aspectos básicos de la negociación, desde diversos puntos de vista, no solo el matemático [2; 10; 11].

Las proposiciones expresadas en lenguaje natural se modelaron según la Ingeniería del Conocimiento, rama de la Inteligencia Artificial que permite construir sistemas inteligentes mediante la deducción de conocimientos; teniendo como procesos centrales la adquisición, la representación, la manipulación y la validación del conocimiento [12]. Es la base metodológica de los Sistemas Expertos y los Sistemas Basados en el Conocimiento.

En este caso se utilizó el conocimiento explícito, según la clasificación dada por Nonaka y Takeuchi, que es el conocimiento de los expertos obtenidos a partir de libros, revistas, monografías y publicaciones en general sobre el tema.

Estas proposiciones se formalizaron con el uso de la Lógica Difusa, siguiendo la idea dada por Lotfi Zadeh, su creador, de realizar cálculos con palabras [13]. La lógica difusa es una lógica multivalente que se basa en el concepto de conjunto difuso y se utiliza para modelar la incertidumbre junto con la vaguedad del lenguaje.

Las proposiciones de la SCNIC se representaron con ayuda de un nuevo sistema lógico continuo e idempotente llamado Lógica Difusa Compensatoria que cuenta entre sus ventajas la compatibilidad

## APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DIFUSA DE LA NEGOCIACIÓN A TRES CASOS DE ESTUDIO

con axiomas de la Teoría de la Decisión [14; 15]. Por su parte la SDNIC se basa en la lógica difusa probabilística [5].

La ventaja principal de la SCNIC sobre la SDNIC está en que los resultados de la primera pueden interpretarse semánticamente, porque cada valor de verdad de sus predicados lógicos constituye una función de decisión cardinal. Por otra parte, los valores de verdad obtenidos con ayuda de la SDNIC no tienen interpretación lógica en sí mismos y para interpretarse tienen que ser comparados entre ellos.

Ambos modelos, que se basan también en la Teoría de Juegos Cooperativos N-personales, calculan un valor cuantitativo llamado Índice de Buen Acuerdo, que mide la distribución de las ganancias de cada negociador en cada marco de negociación. Se incluyen dos índices adicionales, los Índices de Conveniencia de Contrapartes 1 y 2 (ICC1 e ICC2) [5; 8; 9]. El primero ayuda al negociador a decidir en qué marco de negociación o coalición va a negociar y el segundo lo ayuda a decidir dónde negociar teniendo en cuenta la posible formación de bloques de negociación entre algunos de los miembros, quienes podrían determinar negociar en grupo y no de manera individual.

El objetivo de este artículo es la aplicación de la SCNIC a tres casos, el primero es un caso de negociación entre tres empresas escandinavas de la industria del cemento, el segundo estudia la negociación entre una empresa cubana de servicios portuarios con empresas extranjeras y el tercero trata sobre las negociaciones de una empresa farmacéutica cubana con otras compañías no cubanas.

## II. MÉTODOS

La SCNIC se basa en cuatro proposiciones extraídas de la literatura de la negociación que incluyen el concepto de Capacidad de Regateo, estas son [14]:

1. Un negociador tiene capacidad de regateo si y solo si se cumplen las dos condiciones siguientes:
  - 1.1. El aporte de la institución que representa al negocio en discusión es importante.
  - 1.2. Tiene alternativas ventajosas y posibles si no se obtiene un acuerdo, o en su lugar el aporte de la institución que representa es muy importante.
2. Cualquier incremento en el aporte de una de las partes al negocio, o el acrecentamiento del beneficio que reportarían sus alternativas al mismo produce un incremento en su capacidad de regateo.
3. El beneficio que obtiene cada parte es igual a la cantidad que puede obtener sin la cooperación de las partes restantes más otra aproximadamente proporcional a su capacidad de regateo.
4. Un acuerdo es posible solo si se cumplen las condiciones siguientes:
  - 4.1. Todas las partes son importantes para el negocio y el beneficio que cada cual recibe es importante para cada cual.
  - 4.2. El número de partes asociadas al acuerdo es pequeña.

La diferencia de estas proposiciones con las obtenidas originalmente para la SDNIC, está en que se añadió la proposición 4.2.

El Índice de Buen Acuerdo (IBA) de un negociador  $i$  desde la perspectiva del negociador  $j$  en un marco dado, se define como el beneficio que  $i$  obtendría en el caso de que prevalecieran en la negociación los beneficios colectivos estimados por  $j$  y todos los negociadores incluyéndolo a él tuvieran un desempeño similar en la defensa de sus intereses en el regateo [5; 8; 9].

A pesar de que estas proposiciones se obtuvieron principalmente de lo que se conoce por Negociación Sobre los Méritos, creada por Fisher y Ury (1983), aún hoy es ampliamente citada y utilizada por diferentes estudiosos de la negociación, quienes siguen utilizando esta forma de negociar. Los otros dos libros en que se basan estos principios y que tienen como autores, respectivamente, a Raiffa (1982) y Bazerman (1992), clásicos del tema [10; 11]. Por lo tanto, estos principios se pueden considerar adecuados a la forma de regateo que se ejerce en la actualidad.

Esta forma de negociación sigue básicamente los principios siguientes 1:

- a. Separe las personas de los problemas.
- b. Enfóquese en los intereses más que en las posiciones.
- c. Genere una variedad de opciones antes de establecer un acuerdo.
- d. Insista en que el acuerdo se base en criterios objetivos.

Estos principios son equivalentes a los de la SCNIC. La Negociación Sobre los Méritos es un estilo de negociación distributiva con características de negociación integradora, uno de sus objetivos es la satisfacción de todas las partes con los resultados y por tanto la creación de un marco propicio para futuras negociaciones que significa más ganancias para todos. Esta satisfacción se obtiene con la cooperación entre las partes en las metas comunes para obtener una distribución de las ganancias que deja satisfechos a todos por ser una distribución justa y objetiva.

La SCNIC se basa en la Teoría de Juegos N-Personales. Un juego es un par  $(N, v)$ , donde  $N$  es un conjunto  $\{1, 2, \dots, n\}$  finito no vacío de jugadores y  $v$  se conoce por función característica:  $v: \wp(N) \rightarrow \mathbb{R}$ , que a cada valor del conjunto potencia le hace corresponder un número real, que representa las ganancias de este conjunto de jugadores o coalición. Recuérdese que el conjunto potencia es el conjunto de todos los conjuntos contenidos en  $N$ , incluyendo a  $N$  y el conjunto vacío,  $\emptyset$ . Cada uno de los subconjuntos de  $N$  representa un marco de negociación entre las instituciones numeradas dentro del conjunto.

Este modelo en particular emplea funciones características superaditivas que son aquellas que cumplen con las propiedades siguientes:

- i.  $v(\emptyset) = 0$
- ii.  $v(S \cup T) \geq v(S) + v(T)$  Si  $S$  y  $T$  son coaliciones disjuntas.

En los modelos se identifican los jugadores con negociadores, las coaliciones con los marcos de negociación, cada valor de la función característica significa el valor cuantitativo de las ganancias de los negociadores en su conjunto si llegaron a un acuerdo dentro de esa coalición.

La SCNIC se basa en la Lógica Difusa Compensatoria, cuyos operadores de conjunción, disyunción y negación se definen respectivamente por las expresiones 1, 2 y 3 [14]:

$$c(u(p_1), u(p_2), \dots, u(p_n)) = \sqrt[n]{u(p_1)u(p_2) \dots u(p_n)} \quad [1]$$

$$d(u(p_1), u(p_2), \dots, u(p_n)) = 1 - \sqrt[n]{(1 - u(p_1))(1 - u(p_2)) \dots (1 - u(p_n))} \quad [2]$$

$$n(u(p)) = 1 - u(p) \quad [3]$$

Donde  $u(p_i)$  es la función de pertenencia del predicado  $p_i$ . En la Lógica Difusa, la función de pertenencia se define subjetivamente, su imagen la forman valores de verdad que son valores reales entre 0 (absolutamente falso) y 1 (absolutamente verdadero). Estos valores significan el grado en que  $p_i$  pertenece al conjunto, donde 0,5 representa el valor de verdad tan 'verdadero como falso' y la cercanía a 0 o a 1 se interpreta como que el predicado es más falso o más verdadero respectivamente, según la tabla 1:

**Tabla 1.** Relación entre los valores de verdad y una escala categorial.

| Valor de Verdad | Categoría                |
|-----------------|--------------------------|
| 0               | Absolutamente Falso      |
| 0,1             | Casi Falso               |
| 0,2             | Bastante Falso           |
| 0,3             | Algo Falso               |
| 0,4             | Más Falso que Verdadero  |
| 0,5             | Tan Verdadero como Falso |
| 0,6             | Más Verdadero que Falso  |
| 0,7             | Algo Verdadero           |
| 0,8             | Bastante Verdadero       |
| 0,9             | Casi Verdadero           |
| 1               | Absolutamente Verdadero  |

## APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DIFUSA DE LA NEGOCIACIÓN A TRES CASOS DE ESTUDIO

La SCNIC cumple con axiomas de la Teoría de la Decisión y por tanto es adecuado para problemas como éstos, que se relacionan con la toma de decisiones.

Tales axiomas son:

1. Axioma de Crecimiento Estricto: Si  $x_1=y_1, x_2=y_2, \dots, x_{i-1}=y_{i-1}, x_{i+1}=y_{i+1}, \dots, x_n=y_n$

son desiguales de cero, y  $x_i > y_i$  entonces  $c(x_1, x_2, \dots, x_n) > c(y_1, y_2, \dots, y_n)$ .

2. Axioma de veto: Si  $x_i=0$  para algún  $i$  entonces  $c(\mathbf{x})=0$ .

De ellos se derivan propiedades similares para la disyunción:

1. Propiedad de Crecimiento Estricto: Si  $x_1=y_1, x_2=y_2, \dots, x_{i-1}=y_{i-1}, x_{i+1}=y_{i+1}, \dots,$

$x_n=y_n$  son desiguales de uno, y  $x_i > y_i$  entonces  $d(x_1, x_2, \dots, x_n) > d(y_1, y_2, \dots, y_n)$ .

2. Propiedad de veto: Si  $x_i=1$  para algún  $i$  entonces  $d(\mathbf{x})=1$ .

El IBA de la SCNIC se calcula por la fórmula 4:

$$\mathbf{X}(i, C) = \begin{cases} v(\{i\}) + \frac{r^2(i, C)}{\sum_{j \in C} r^2(j, C)} \left[ v(C) - \sum_{j \in C} v(\{j\}) \right] & \text{si } i \in C. \\ 0 & \text{si } i \notin C. \end{cases} \quad [4]$$

Donde  $i$  representa la institución,  $C$  es el marco de negociación,  $v$  es la función característica,  $r(i, C) \in [0, 1]$  representa el predicado: 'el jugador  $i$  tiene capacidad de regateo en el marco de negociación  $C$ '. El cuadrado en  $r^2(i, C)$  se utiliza empíricamente para representar el modificador lingüístico 'mucho' [5; 8; 9], o sea, en este modelo el IBA se relaciona con el valor de verdad del predicado 'muchas capacidad de regateo'. Nótese que en la fórmula los jugadores de cada coalición se reparten entre sí el excedente de las ganancias de la coalición en su conjunto, puesto que cada uno conserva sus ganancias individuales.

Se tiene en la expresión 5 que:

$$r(i, C) = p(i, C) \wedge (a(i, C) \vee p^2(i, C)) \quad [5]$$

donde  $p(i, C)$  representa la importancia que tiene el jugador  $i$  en el marco de negociación  $C$ . En  $p^2(i, C)$  se utiliza otra vez el modificador lingüístico cuadrado, por tanto,  $p^2(i, C)$  representa la proposición: ' $i$  es muy importante para el marco de negociación  $C$ '. Por su parte,  $a(i, C)$  representa: 'existen alternativas posibles y ventajosas del jugador  $i$  fuera del marco de negociación  $C$ '.

Para calcular  $a(i, C)$  se necesita la fórmula 6:

$$f(B) = \left( \bigwedge_{j \in B} (p(j, B) \wedge q(j, B)) \right) \wedge J(\text{card}(B)) \quad [6]$$

Donde  $q(j, B)$  representa la proposición: 'el marco de negociación  $B$  es importante para el jugador  $j$ ',  $f(B)$  modela la factibilidad de llegar a un acuerdo en el marco de negociación  $B$  y la fórmula 7, modela la proposición: 'el número de jugadores de la coalición  $B$  es pequeña',  $\text{card}(B)$  es la cantidad de jugadores en la coalición  $B$ . Donde,  $\gamma = 4$  y  $\alpha = 0,7324$  [7].

$$J(\text{card}(B)) = 1 - \frac{1}{1 + e^{-\alpha(\text{card}(B) - \gamma)}} \quad [7]$$

Con estos valores de  $\alpha$  y  $\gamma$ , se tiene:  $J(1)=0,9$  y  $J(4)=0,5$ , lo que significa que es 'casi verdadero' que una coalición con sólo un jugador tiene una cantidad pequeña de jugadores, sin embargo, es 'tan verdadero como falso' que una coalición con cuatro jugadores tiene una cantidad pequeña de jugadores.

$\gamma$  se suele llamar *valor aceptable*, porque es el valor que se considera 'tan verdadero como falso' o de indiferencia.  $\beta$ , por su parte, se llama *valor casi inadmisibile*, que es donde la función sigmoideal es 'casi falsa' y se considera un valor que se podría despreciar. Dentro de la fórmula de la función sigmoideal se debe obtener el parámetro  $\alpha$ , de manera que se tengan en cuenta los parámetros  $\beta$  y  $\gamma$ , esto se calcula como se plantea en la expresión 8:

$$\alpha = \frac{\ln(0,9) - \ln(0,1)}{\gamma - \beta} \quad [8]$$

Es decir, no se podría asegurar si 4 es un número grande de jugadores, aunque 1 es una cantidad verdaderamente pequeña.

Como  $J$  es la negación de la sigmoideal se tendrá que la factibilidad de llegar a un acuerdo en el marco de una negociación será más pequeña mientras mayor sea el número de jugadores en la coalición.

$a(i,C) = \bigvee_{B \neq C, i \in B} (s(i,B,C) \wedge f(B))$ , donde  $s(i,C,D)$  corresponde a la proposición: ' $i$  es más importante para el marco  $C$  que para el  $D$ '.

Para calcular  $p$  y  $q$  se utilizan las fórmulas siguientes:  $p(i,C) = O(C, C \setminus \{i\})$  y  $q(i,C) = o(\mathbf{X}(i,C), v\{i\})$ , donde debe considerarse la fórmula 9:

$$O(C,D) = o(v(C), v(D)) = \frac{0,5}{1,0494} \left[ \frac{v(C) - v(D)}{\max_{E,F \in 2^N} |v(E) - v(F)|} \right] + 0,5 \quad [9]$$

Además,  $s(i,C,D) = o(\mathbf{X}(i,C), \mathbf{X}(i,D))$ .

Como se aprecia de las ecuaciones anteriores, se necesita el IBA,  $\mathbf{X}(i,C)$ , para calcularse a sí mismo. Por lo tanto, se obtiene una ecuación recurrente  $\mathbf{X} = g(\mathbf{X})$ , donde:  $\mathbf{X} = [\mathbf{X}(i,C)]$  es la matriz con los elementos  $\mathbf{X}(i,C)$ .

Las ecuaciones recurrentes necesitan algoritmos iterativos para ser resueltas, como se puede apreciar en Espín (2007) [5]:

Se comienza la iteración con una matriz cualquiera  $\mathbf{X}_0$ , se fija un error  $\varepsilon$  como criterio de parada, se calcula  $\mathbf{X}_1 = g(\mathbf{X}_0)$ , si  $\|\mathbf{X}_0 - \mathbf{X}_1\| \leq \varepsilon$  se detiene el cálculo y se toma  $\mathbf{X} = \mathbf{X}_1$ , sino, se calcula  $\mathbf{X}_2 = g(\mathbf{X}_1)$  y así sucesivamente hasta que se tenga  $\|\mathbf{X}_{m-1} - \mathbf{X}_m\| \leq \varepsilon$ , en cuyo caso se toma  $\mathbf{X} = \mathbf{X}_m$ . Se puede demostrar que este algoritmo siempre converge a un único valor.

La solución del juego se obtiene de la expresión 10:

$$S = \{(\mathbf{X}(1, C_j), \mathbf{X}(2, C_j), \dots, \mathbf{X}(n, C_j); f(C_j)) : j = 1, 2, \dots, \text{card}(2^N)\} \quad [10]$$

Este conjunto de soluciones del juego está formado por vectores de  $n$  componentes que representan la distribución de las ganancias entre los jugadores de cada coalición. Adicionalmente se da un valor de verdad por coalición calculado por  $f(C_j)$ , que representa la 'factibilidad de llegar a un acuerdo en el marco de negociación  $C_j$ '.

Se puede calcular además el Índice de Conveniencia de Contrapartes 1 (ICC1) con ayuda de la fórmula:  $D_v(i,C) = q_v(i,C) \wedge f_v(C)$ . Éste representa la conveniencia de la coalición  $C$  para el jugador  $i$  en el juego  $v$ . El Índice de Conveniencia de Contrapartes 2 (ICC 2) se calcula por la fórmula 11:

## APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DIFUSA DE LA NEGOCIACIÓN A TRES CASOS DE ESTUDIO

$$d_v(i, C) = D_v(i, C) \wedge \left\{ \neg q_v^2(i, C) \rightarrow \left\{ \forall_{C \in \beta} \exists_{\substack{S \subset \beta \\ S \neq \{C\}}} D_{v_\beta}(C, S) \right\} \right\} = D_v(i, C) \wedge \left\{ q_v^2(i, C) \vee \left\{ \bigwedge_{\substack{C \in \beta \\ S \subset \beta \\ S \neq \{C\}}} D_{v_\beta}(C, S) \right\} \right\} \quad [11]$$

Donde  $v_\beta$  es un subjuego de  $v$  y  $\beta$ . Si  $(N, v)$  es un juego  $n$ -personal y  $\beta$  es una partición de  $N$ , se dice que  $v_\beta$  es un *subjuego* de  $v$  y  $\beta$  si los jugadores de  $v_\beta$  son los elementos (coaliciones) de  $\beta$  y se satisface la propiedad siguiente planteada en la expresión 12:

$$v_\beta(\{F_1, F_2, \dots, F_k\}) = v\left(\bigcup_{i=1}^k F_i\right) \quad [12]$$

Éste tiene el mismo significado que el ICC1, pero tiene en cuenta que se pueden formar coaliciones que regateen con otras coaliciones como si ellas fueran jugadores independientes. La diferencia fundamental entre la SCNIC y la SDNIC está en el sistema lógico en que se basan. La SDNIC se basa en la Lógica Probabilística, cuyos operadores de conjunción, disyunción y negación son respectivamente en las fórmulas 13, 14 y 15 [5]:

$$\bullet \quad u(p \wedge q) = u(p)u(q) \quad [13]$$

$$\bullet \quad u(p \vee q) = u(p) + u(q) - u(p)u(q) \quad [14]$$

$$\bullet \quad u(\neg p) = 1 - u(p) \quad [15]$$

Este sistema lógico satisface los axiomas de norma y conorma [5]. Se escogió por la continuidad de los operadores, lo que garantizó la gradualidad de los valores de verdad obtenidos de sus predicados, a diferencia de un sistema clásico como es el max-min de Zadeh [16]. Sin embargo, como la conjunción y la disyunción no son idempotentes, como es el caso de la Lógica Difusa Compensatoria, entonces los valores de verdad de sus predicados no pueden ser interpretados por sí mismos, sino de manera ordinal. Esto ocurre porque tales valores no reflejan el grado, la magnitud o la intensidad en que el predicado compuesto es verdadero, aunque por la continuidad de los operadores se puede afirmar que un aumento del valor de verdad de un predicado simple hará que aumente el valor de verdad del predicado compuesto.

La falta de interpretabilidad semántica de los predicados compuestos con ayuda de la Lógica Probabilística se puede ilustrar con el siguiente contraejemplo:

Suponiendo que se quiere hacer una clasificación sobre si se está ante alguna característica  $C$ , que depende de los atributos  $p$ ,  $q$  y  $r$ , de manera que todos ellos toman un valor de verdad de 0,5, que significa indiferencia de la elección, entonces el sentido común indicará que la certeza de que se está ante  $C$  debería ser de 0,5 o de 'tan verdadero como falso'. Sin embargo, la aplicación de la Lógica Probabilística nos dará un valor de verdad para el predicado ' $C$  es  $p$ ,  $q$  y  $r$ ', igual a  $0,5^3 = 0,125$ , que es un valor muy cercano a 'casi falso'. Por otra parte, con ayuda de la Lógica Compensatoria, tal valor de verdad sería 0,5.

En el estudio de casos se hará hincapié más concretamente en estas diferencias.

### CASOS

Este epígrafe se dedicará a exponer tres casos de negociación para demostrar las ventajas de la SCNIC sobre la SDNIC [5; 8; 9].

#### Caso 1: Negociación entre tres compañías de cemento escandinavas.

Las siguientes tres compañías: *Scandinavian Cement Company*, *Cement Corporation* y *Thor Cement Company* monopolizan el mercado escandinavo del cemento y tratan de ponerse de acuerdo para compartir las ganancias sin entrar en una competencia que pudiera ser perniciosa, para ello contratan los servicios de un consultor independiente que hace una valoración de la cantidad mínima que cada conjunto de compañías pudiera obtener en millones de dólares en caso de alcanzar un acuerdo, lo que se refleja en la función  $v$  que se define a continuación, donde las compañías se identifican por el número de orden en el que fueron escritas anteriormente y los conjuntos son cada uno de los marcos posibles de negociación.

$$v(\{1\})=30, v(\{2\})=22, v(\{3\})=5, v(\{1,2\})=59, v(\{1,3\})=45, v(\{2,3\})=39, v(\{1,2,3\})=77.$$

Nótese que para mantener la notación clásica de la Teoría de Juegos, en todos los casos se numeran las instituciones, como se aprecia de la definición de juego.

**Caso 2: Negociaciones de una empresa cubana de servicios portuarios con varias empresas de un país desarrollado.**

A continuación se realiza la evaluación de los acuerdos realizados por una empresa cubana de servicios portuarios (A) con dos empresas de un país desarrollado (B y C), a los efectos de ofrecer servicios transitarios e inspecciones para la transportación de cargas de dicho país a Cuba. Los servicios transitarios se ocupan de las gestiones administrativas y logísticas necesarias para el transporte de mercancías, especialmente en puertos y aeropuertos.

Este caso y el siguiente se refieren a negociaciones reales y para mantener el anonimato se nombran con letras a las empresas participantes en la negociación.

Se analiza la cuenta de participación al 50% acordada con B.

La cuenta de participación A-B realizó un acuerdo con una tercera empresa E para la subcontratación de inspecciones. En caso de ratificarse el acuerdo, E incluiría a un inspector de A en su staff pagándole \$50.00 por inspección lo que también beneficiaría a A por el 'know-how' o Conocimiento Fundamental obtenido a través de él. Aquí se analiza el acuerdo de A-B con E, desde la perspectiva de A.

**a. Cuenta de participación:**

El propósito del negocio es aprovechar la capacidad de ofrecer servicios transitarios y de inspecciones de las empresas B, C o D, y los nexos de A con las empresas radicadas en Cuba, para obtener ganancias ofertando servicios a empresas que exportan hacia ella.

A continuación aparece en la tabla 2 los cálculos de los flujos de ganancia conjunta de A con cada una de las tres empresas B, C y D que resultaron más apropiadas para este negocio y los valores actuales netos (VAN) respectivos:

**Tabla 2.** Valor Actual Neto estimado para cada posible negocio entre las empresas indicadas.

|          |       |       |       |       |       |    |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| Flujo AB | 15306 | 19132 | 23916 | 29895 | 37368 |    |
| Flujo AC | 15306 | 18367 | 22041 | 26449 | 31739 |    |
| Flujo AD | 15306 | 17602 | 20242 | 23279 | 26770 |    |
| VAN      |       |       |       |       |       | AB |
| 100450   |       |       |       |       |       |    |
| VAN      |       |       |       |       |       | AC |
| 91769    |       |       |       |       |       |    |
| VAN      |       |       |       |       |       | AD |
| 83811    |       |       |       |       |       |    |

Llámense 1, 2, 3 y 4 respectivamente a las empresas A, B, C y D, entonces la función de beneficios conjuntos expresada a partir de los valores actuales netos calculados se define como:

$$v(\{1\}) = v(\{2\}) = v(\{3\}) = v(\{4\}) = 0, v(\{1;2\}) = 100450, v(\{1;3\}) = 91769, v(\{1;4\}) = 83811, \\ v(\{2;3\}) = v(\{2;4\}) = v(\{3;4\}) = v(\{2;3;4\}) = 0, v(\{1;2;3\}) = v(\{1;2\}) = 100450, v(\{1;2;4\}) = v(\{1;2\}) = 100450, \\ v(\{1;3;4\}) = v(\{1;3\}) = 91769, v(\{1;2;3;4\}) = v(\{1;2\}) = 100450.$$

**b. Acuerdo de subcontratación.**

La empresa B puede asumir los servicios transitarios desde todo el país, pero no es así en el caso de las inspecciones, por lo que a A-B le es necesario subcontratar ese servicio a otras empresas. Se llamará E y F respectivamente a las dos empresas interesadas y en condiciones de satisfacer esta demanda. Nótese que se asume que A negocia con B como solución del problema anterior, lo que se discutirá posteriormente.

A continuación aparece en la tabla 3 los cálculos del flujo de ganancia conjunta que se obtendrían con los esfuerzos de A-B y las empresas E o F, así como su valor actual neto. Se consideró que el resultado sería similar para ambas empresas.



## APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DIFUSA DE LA NEGOCIACIÓN A TRES CASOS DE ESTUDIO

**Tabla 3.** Valor Actual Neto estimado para la coalición A-B con las empresas E o F.

|                                      |
|--------------------------------------|
| Flujo: 14805 17766 21319 25583 30700 |
| VAN<br>88764                         |

La función  $v$  de beneficios conjuntos en cada marco es:

$$v(\{1\})=v(\{2\})=v(\{3\})=0, v(\{1;2\})=88764, v(\{1;3\})=88764, v(\{2;3\})=0, v(\{1;2;3\})=88764.$$

Donde 1 es la cuenta de participación A-B; 2 y 3 las empresas E y F respectivamente. Nótese que el marco donde no aparece A-B tiene beneficio 0, porque A-B es quien aporta el nuevo mercado. En caso de no llegar a acuerdos con otra empresa, ninguna por sí sola recibe beneficios provenientes del mercado que aporta A-B, lo que se refleja en la función  $v$ .

### **Caso 3: Negociación de una empresa farmacéutica cubana con varias empresas extranjeras para la introducción de un producto en un importante mercado latinoamericano.**

Una empresa cubana tiene capacidad y experiencia en la producción de reactivos de laboratorio clínico y está en negociaciones con un grupo inversionista de un país latinoamericano con un importante mercado, para la producción y venta de reactivos en ese país. El grupo inversor está interesado en la inclusión de la fabricación de medios listos para el uso, producto en que la empresa cubana no tiene experiencia. Se han realizado contactos con dos empresas de países desarrollados para que su incorporación al negocio supla esta carencia. El grupo latinoamericano y la empresa cubana ya han establecido contactos y existe cierta confianza y compromiso, pero está latente la posibilidad de que se establezcan contactos directos con las empresas del país desarrollado y dejen a Cuba fuera del negocio a pesar de que la participación de la empresa cubana en unión de la latinoamericana y alguna de las dos empresas de países desarrollados sea la opción que aportaría los mejores beneficios conjuntos.

Llámesese 1 a la empresa cubana, 2 a la latinoamericana, y 3 y 4 a las del país desarrollado.

La función  $v$  de beneficios conjuntos en cada marco, que fue obtenida de manera análoga al caso anterior a través de los valores actuales netos de los flujos estimados, es la siguiente:

$$v(\{1\})=49\,097, v(\{2\})=v(\{3\})=v(\{4\})=0, v(\{1;2\})=4\,165\,400, v(\{1;3\})=49\,097,$$

$$v(\{1;4\})=49\,097, v(\{2;3\})=9\,535\,400, v(\{2;4\})=9\,535\,400, v(\{3;4\})=0, v(\{1;2;3\})=10\,066\,000,$$

$$v(\{1;2;4\})=10\,066\,000, v(\{1;3;4\})=49\,097, v(\{2;3;4\})=9\,535\,400, v(\{1;2;3;4\})=10\,066\,000$$

## III. RESULTADOS

### **Caso 1**

El resultado real de esta negociación fue  $(37,69;29,02;10,29)$ , sin embargo el valor de Shapley es  $(35,5;28,5;13)$  con un máximo de error relativo del 20,85%.

Según el problema planteado, los valores que más interesan son los relacionados con la coalición formada por todos los jugadores.

En la SDNIC la distribución fue  $(37,9314;28,9974;10,0713)$  (con máximo error relativo de 2,17% respecto a la solución real) y el valor de verdad de la factibilidad de llegar a un acuerdo en el marco de negociación  $\{1,2,3\}$  o  $f(\{1,2,3\})$ , es igual a 0,1293.

Por otro lado, la SCNIC dio como resultado la distribución:  $(37,6637;28,9178;10,4185)$  (con un máximo error relativo de 1,23% con respecto a la solución real) y  $f(\{1,2,3\})=0,6437$ .

### **Caso 2**

#### **a. Cuenta de participación:**

En este caso se obtuvo la tabla 4 que ilustra el valor del IBA. Nótese que se obvian los valores correspondientes a coaliciones con un solo jugador por no ser relevantes. Se calcularon además los índices que aparecen en las tablas 5, 6 y 7.

**Tabla 4.** Resultados del IBA para la cuenta de participación.

|   | {1,2} | {1,3} | {1,4} | {2,3} | {2,4} | {3,4} | {1,2,3} | {1,2,4} | {1,3,4} | {2,3,4} | {1,2,3,4} |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | 50865 | 46986 | 43277 | 0     | 0     | 0     | 65077   | 63927   | 56546   | 0       | 55537     |
| 2 | 49585 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 18729   | 20272   | 0       | 0       | 16203     |
| 3 | 0     | 44783 | 0     | 0     | 0     | 0     | 16644   | 0       | 18543   | 0       | 14400     |
| 4 | 0     | 0     | 40534 | 0     | 0     | 0     | 0       | 16251   | 16680   | 0       | 14310     |

**Tabla 5.** Resultados del IBA para la cuenta de participación como fracción del total.

|   | {1,2}  | {1,3}  | {1,4}  | {2,3} | {2,4} | {3,4} | {1,2,3} | {1,2,4} | {1,3,4} | {2,3,4} | {1,2,3,4} |
|---|--------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | 0,5064 | 0,5120 | 0,5164 | 0     | 0     | 0     | 0,6479  | 0,6364  | 0,6162  | 0       | 0,5529    |
| 2 | 0,4936 | 0      | 0      | 0     | 0     | 0     | 0,1864  | 0,2018  | 0       | 0       | 0,1613    |
| 3 | 0      | 0,4880 | 0      | 0     | 0     | 0     | 0,1657  | 0       | 0,2021  | 0       | 0,1434    |
| 4 | 0      | 0      | 0,4836 | 0     | 0     | 0     | 0       | 0,1618  | 0,1818  | 0       | 0,1425    |

**Tabla 6.** Resultados de la factibilidad de llegar a un acuerdo en el marco de la coalición para la cuenta de participación.

| {1,2}  | {1,3}  | {1,4}  | {2,3}  | {2,4}  | {3,4}  | {1,2,3} | {1,2,4} | {1,3,4} | {2,3,4} | {1,2,3,4} |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 0,8304 | 0,8158 | 0,8020 | 0,6373 | 0,6373 | 0,6373 | 0,6606  | 0,6645  | 0,6550  | 0,5811  | 0,5516    |

**Tabla 7.** Resultados del ICC1 para la cuenta de participación.

|   | {1,2}  | {1,3}  | {1,4}  | {2,3} | {2,4} | {3,4} | {1,2,3} | {1,2,4} | {1,3,4} | {2,3,4} | {1,2,3,4} |
|---|--------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | 0,7933 | 0,7696 | 0,7473 | 0     | 0     | 0     | 0,7229  | 0,7247  | 0,6986  | 0       | 0,6815    |
| 2 | 0,7901 | 0      | 0      | 0,5   | 0,5   | 0     | 0,6169  | 0,6243  | 0       | 0,5     | 0,5924    |
| 3 | 0      | 0,7640 | 0      | 0,5   | 0     | 0,5   | 0,6117  | 0       | 0,6112  | 0,5     | 0,5880    |
| 4 | 0      | 0      | 0,7404 | 0     | 0,5   | 0,5   | 0       | 0,6142  | 0,6066  | 0,5     | 0,5878    |

El error relativo entre los Índices de Buen Acuerdo de la SCNIC y la SDNIC fue de 14,23%.

**b. Acuerdo de subcontratación.**

El error relativo entre los Índices de Buen Acuerdo de la SCNIC y la SDNIC es de 5,16%. Los resultados de los cálculos sobre el acuerdo de subcontratación se muestran en las tablas 8, 9, 10 y 11:

**Tabla 8.** Resultados del IBA para el acuerdo de subcontratación.

|   | {1,2} | {1,3} | {2,3} | {1,2,3} |
|---|-------|-------|-------|---------|
| 1 | 44902 | 44902 | 0     | 57296   |
| 2 | 43862 | 0     | 0     | 15734   |
| 3 | 0     | 43862 | 0     | 15734   |

## APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DIFUSA DE LA NEGOCIACIÓN A TRES CASOS DE ESTUDIO

**Tabla 9.** Resultados del IBA para el acuerdo de subcontratación como fracción del total.

|   | {1,2}  | {1,3}  | {2,3} | {1,2,3} |
|---|--------|--------|-------|---------|
| 1 | 0,5059 | 0,5059 | 0     | 0,6455  |
| 2 | 0,4941 | 0      | 0     | 0,1773  |
| 3 | 0      | 0,4941 | 0     | 0,1773  |

**Tabla 10.** Resultados de la factibilidad de llegar a un acuerdo en el marco de la coalición para el acuerdo de subcontratación.

| {1,2}  | {1,3}  | {2,3}  | {1,2,3} |
|--------|--------|--------|---------|
| 0,8304 | 0,8304 | 0,6373 | 0,6563  |

**Tabla 11.** Resultados del ICC1 para el acuerdo de subcontratación.

|   | {1,2}  | {1,3}  | {2,3} | {1,2,3} |
|---|--------|--------|-------|---------|
| 1 | 0,7932 | 0,7932 | 0     | 0,7177  |
| 2 | 0,7902 | 0      | 0,5   | 0,6106  |
| 3 | 0      | 0,7902 | 0,5   | 0,6106  |

### Caso 3

Los resultados para este caso se exponen en las tablas 12, 13 y 14.

**Tabla 12.** Resultados del IBA para la negociación entre empresas del caso 3 como fracciones del total.

|   | {1,2}  | {1,3} | {1,4} | {2,3}  | {2,4}  | {3,4} | {1,2,3} | {1,2,4} | {1,3,4} | {2,3,4} | {1,2,3,4} |
|---|--------|-------|-------|--------|--------|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | 0,4743 | 1     | 1     | 0      | 0      | 0     | 0,1540  | 0,1540  | 0,4743  | 1       | 1         |
| 2 | 0,5257 | 0     | 0     | 0,5083 | 0,5083 | 0     | 0,5511  | 0,5511  | 0,5257  | 0       | 0         |
| 3 | 0      | 0     | 0     | 0,4917 | 0      | 0     | 0,2949  | 0       | 0       | 0       | 0         |
| 4 | 0      | 0     | 0     | 0      | 0,4917 | 0     | 0       | 0,2949  | 0       | 0       | 0         |

**Tabla 13.** Resultados del ICC1 para la negociación entre empresas del caso 3.

|   | {1,2}  | {1,3}  | {1,4}  | {2,3}  | {2,4}  | {3,4} | {1,2,3} | {1,2,4} | {1,3,4} | {2,3,4} | {1,2,3,4} |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| 1 | 0,6174 | 0,5003 | 0,5003 | 0      | 0      | 0     | 0,6293  | 0,63    | 0,5     | 0       | 0,5885    |
| 2 | 0,6239 | 0      | 0      | 0,7785 | 0,7785 | 0     | 0,7272  | 0,73    | 0       | 0,705   | 0,6797    |
| 3 | 0      | 0,5003 | 0      | 0,7745 | 0      | 0,5   | 0,6664  | 0       | 0,5     | 0,606   | 0,5875    |
| 4 | 0      | 0      | 0,5    | 0      | 0,7745 | 0,5   | 0       | 0,67    | 0,5     | 0,606   | 0,5875    |

**Tabla 14.** Resultados de la factibilidad de llegar a un acuerdo en el marco de la coalición en el caso 3.

|       |       |       |       |       |       |         |         |         |         |           |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| {1,2} | {1,3} | {1,4} | {2,3} | {2,4} | {3,4} | {1,2,3} | {1,2,4} | {1,3,4} | {2,3,4} | {1,2,3,4} |
| 0,72  | 0,64  | 0,64  | 0,82  | 0,82  | 0,64  | 0,68    | 0,68    | 0,58    | 0,65    | 0,55      |

El error relativo entre los valores de los IBA de la SCNIC y la SDNIC es de 11.1610 %.

Si las empresas cubana y latinoamericana se unen en una sola coalición para negociar en conjunto con las empresas 3 y 4 del país desarrollado, entonces los resultados son los siguientes:  $v(\{\{1,2\}\}) = 4165400$ ,  $v(\{\{3\}\}) = v(\{\{4\}\}) = 0$ ,

$v(\{\{1,2\}, \{3\}\}) = 10066000$ ,  $v(\{\{1,2\}, \{4\}\}) = 10066000$ ,  $v(\{\{1,2\}, \{3\}, \{4\}\}) = 10066000$

El error relativo entre los IBA de la SCNIC y la SDNIC es de 4.624 %. Los índices se resumen en las tablas 15, 16 y 17.

**Tabla 15.** Resultados del IBA para la negociación de 1 y 2 como una coalición conjunta con las empresas 3 y 4.

|       |                      |                      |                    |                             |
|-------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------|
|       | $\{\{1,2\}, \{3\}\}$ | $\{\{1,2\}, \{4\}\}$ | $\{\{3\}, \{4\}\}$ | $\{\{1,2\}, \{3\}, \{4\}\}$ |
| {1,2} | 8027800              | 8027800              | 0                  | 8034300                     |
| {3}   | 2038200              | 0                    | 0                  | 1015900                     |
| {4}   | 0                    | 2038200              | 0                  | 1015900                     |

**Tabla 16.** Resultados de la factibilidad de llegar a un acuerdo en el marco de la coalición para la negociación de 1 y 2 como una coalición conjunta con las empresas 3 y 4.

|                      |                      |                    |                             |
|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------|
| $\{\{1,2\}, \{3\}\}$ | $\{\{1,2\}, \{4\}\}$ | $\{\{3\}, \{4\}\}$ | $\{\{1,2\}, \{3\}, \{4\}\}$ |
| 0,7785               | 0,7785               | 0,6373             | 0,6403                      |

**Tabla 17.** Resultados del ICC1 para la negociación de 1 y 2 como una coalición conjunta con las empresas 3 y 4.

|       |                      |                      |                    |                             |
|-------|----------------------|----------------------|--------------------|-----------------------------|
|       | $\{\{1,2\}, \{3\}\}$ | $\{\{1,2\}, \{4\}\}$ | $\{\{3\}, \{4\}\}$ | $\{\{1,2\}, \{3\}, \{4\}\}$ |
| {1,2} | 0,7138               | 0,7138               | 0                  | 0,6440                      |
| {3}   | 0,6671               | 0                    | 0,5                | 0,5769                      |
| {4}   | 0                    | 0,6671               | 0,5                | 0,5769                      |

## IV. DISCUSIÓN

### Caso 1

Tanto la SDNIC como la SCNIC dieron resultados similares entre sí y muy parecidos a la solución real.

El valor de la factibilidad de llegar a un acuerdo en el marco de todas las instituciones obtenido con la SCNIC, valor de verdad 0,6437, puede interpretarse como 'más verdadero que falso'. Es decir, es 'más verdadero que falso' que sea factible llegar a un acuerdo entre las tres compañías.

## APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DIFUSA DE LA NEGOCIACIÓN A TRES CASOS DE ESTUDIO

Nótese que las nuevas propuestas difusas ofrecen informaciones adicionales que no ofrecen las soluciones deterministas como el Valor de Shapley, un ejemplo de ello es la factibilidad de llegar a un acuerdo en la coalición. La superioridad de la SDNIC sobre otras, como el Valor de Shapley, el Núcleo, se pueden encontrar en Espín (2007) [17]. Por su parte, la predicción de las ganancias que obtendrán las instituciones (IBA), para la SCNIC y la SDNIC son similares. Sin embargo, con ayuda de los índices de la SCNIC se puede afirmar el grado o la intensidad en que es factible llegar a un acuerdo en el marco de una negociación, o la magnitud en que es conveniente escoger un marco para negociar (ICC1 e ICC2).

Las ventajas de los modelos difusos, sobre todo la SCNIC sobre el resto de las soluciones, se hará más evidente en los dos casos siguientes.

### Caso 2 a

Según las tablas 6 y 7 la coalición con mayor factibilidad de formarse es la  $\{1,2\}$ , que es donde se obtienen los mayores valores de 'factibilidad de llegar a un acuerdo en esta coalición' (con valor de verdad de 0,8304) y el ICC1 (0,7933 para el jugador 1 y 0,7901 para el jugador 2). Según la tabla 5 se pronostica que en la coalición  $\{1,2\}$  se dividirán las ganancias entre las dos empresas en casi un 50% por cada una (con razón de 0,5064 para la empresa A y de 0,4936 para la empresa B).

El resultado de la SCNIC es diferente a los obtenidos de las soluciones precedentes porque en las tablas 6 y 7 se muestran valores de verdad que no solo pueden ser comparados entre sí, sino que pueden ser interpretados por sí mismos. Por ejemplo, se puede afirmar, siguiendo las categorías mostradas en la tabla 1, que 'es bastante verdadero que sea factible llegar a un acuerdo si A y B negocian entre sí', mientras que con la SDNIC estos valores de verdad no pueden ser interpretados semánticamente.

### Caso 2 b

Se puede apreciar que los resultados de las coaliciones  $\{1,2\}$  y  $\{1,3\}$  son iguales, por tanto se concluye que es indiferente que A-B subcontrate a E o a F, sin embargo se recomienda subcontratar a E si se tiene presente que la empresa E ha ofrecido a la empresa A, que en caso de producirse el acuerdo, incluiría a un inspector de A en su equipo y le pagaría \$50.00 adicionales por cada inspección que realizara; este beneficio adicional unido al 'know-how' que puede obtener dicho inspector en su trabajo, hacen correcta la decisión de A de favorecer la discusión del negocio con la empresa E. Este resultado es similar al obtenido en Espín (2007), ahora con valores de verdad cardinales y no sólo ordinales [17].

Nótese que los resultados para este caso son consecuencia de los resultados del caso 2a., donde se determinó que la mejor opción era la negociación de A con B.

El acuerdo alcanzado fue que la entidad A-B subcontrataría todas las inspecciones de los territorios no cubiertos por ella a la empresa E, pagándole un precio de \$200.00 por cada inspección realizada.

### Caso 3

Como resultado de la tabla 14 el mejor acuerdo que se realizará es el de los jugadores 2 y 3 que tiene un valor de verdad de 0,8215 ó de 'bastante verdadero', lo que constituye un valor de verdad muy cercano al de 'absolutamente verdadero'. Es decir, es muy factible que la compañía latinoamericana negocie con una de las del país desarrollado.

En cuanto a la compañía cubana, su mejor opción es negociar con la latinoamericana y esta coalición tiene una factibilidad de llegar a un acuerdo con valor de verdad 0,7237 o 'algo verdadero'.

Una solución ventajosa para la compañía cubana es la de negociar con las compañías del país desarrollado, a partir de la coalición formada con la compañía latinoamericana.

De las tablas 16 y 17, se puede notar que es prácticamente 'bastante verdadero' (0,7785), el valor de verdad de la factibilidad de llegar a un acuerdo si negocian las compañías cubana y latinoamericana como coalición con las compañías del país desarrollado, además que es ventajoso para el bloque si escoge como contraparte a cualquiera de las dos compañías del país desarrollado.

A partir de la tabla 15 se aprecia la ganancia notable de este bloque con respecto a las ganancias que obtendría cualquiera de las compañías del país desarrollado.

## V. CONCLUSIONES

1. La Solución Compensatoria de la Negociación basada en la Ingeniería del Conocimiento es una nueva solución a la negociación basada en la Lógica Difusa Compensatoria, la Ingeniería del Conocimiento y la Teoría de Juegos Cooperativos N-Personales. Ella parte de cuatro proposiciones básicas del regateo extraídas de la literatura no matemática de la negociación, en particular de la *Negociación sobre los Méritos*.

En este artículo se hizo un breve análisis de la actualidad de la *Negociación sobre los Méritos* que es aún hoy día ampliamente citada y recomendada por parte de los especialistas y teóricos de la negociación. Por tanto, los principios de la negociación que dieron origen a la SDNIC y a la SCNIC están vigentes.

2. La SCNIC se utilizó para resolver tres casos que se resolvieron anteriormente con ayuda de la SDNIC, 5. Se apreció que las recomendaciones para negociar dadas en Espín (2007) con la SDNIC son similares a las obtenidas por la SCNIC [5].

3. En Espín (2007) se hizo un análisis minucioso de la superioridad de la SDNIC sobre soluciones clásicas como el Valor de Shapley y el Núcleo [5]. Sin embargo, solo con ayuda de la SCNIC, algunos índices cuantitativos como  $f$ , ICC1 e ICC2, permiten que la persona que toma la decisión cuente con la seguridad de en qué grado la decisión que toma es buena o es factible, lo que no se logró con la SDNIC. 🏆

## VI. REFERENCIAS

1. PUCHOL, L.; NÚÑEZ, A.; PUCHOL, I.; SÁNCHEZ, G., *El libro de la negociación*, 3ra Ed., España, Ed. Díaz de Santos, 2009, SBN 9788479787257, 315 p.
2. McCLENDON, B.; BURKE, D.; WILLEY, L., «The Art of Negotiation: What the Twenty-First Century Business Student Should Know» *Journal of Legal Studies Education*, 2010, vol. 27, no. 2, p. 277-319, ISSN 0896-5811.
3. DÜR, A.; MATEO, G.; THOMAS, D., «Negotiation theory and the EU: the state of the art» *Journal of European Public Policy*, 2010, vol. 17, no. 5, pp. 613-618, ISSN 1350-1763.
4. SHOHAM, Y.; LEYTON-BROWN, K., *ULTIAGENT SYSTEMS Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations*, Nueva York, Cambridge University Press, 2009, ISBN 1282001469, 504 p.
5. ESPÍN, R.; FERNÁNDEZ, E.; MAZCORRO, G.; LECICH, M., «A fuzzy approach to cooperative n-person games», *European Journal of Operational Research* [en línea], 2007, vol. 176, no. 3, pp. 1735-1751 [consulta: ISSN 0377-2217. Disponible en: <<http://www.sepi.upiicsa.ipn.mx/pacad/FuzzynPersonGames.pdf>>
6. HAMIACHE, G., «Associated consistency and Shapley value» *International Journal of Game Theory*, 2001, vol. 30, no. 2, pp. 279-289, ISSN 0020-7276.
7. DEHEZ, P., «Allocation of fixed costs: characterization of the (dual) weighted Shapley value» *International Game Theory Review*, 2011, vol. 13, no. 2, pp. 141-157, ISSN 0219-1989.
8. GONZÁLEZ, E.; ESPÍN, R.; MAZCORRO, G., «Fuzzy Negotiation Solutions of N-Person Cooperative Games by Knowledge Engineering in Bargaining», *Revista Investigación Operacional*, 2012, vol. 21, no. 2, pp.133-152, ISSN 0926-2644.
9. GONZÁLEZ E.; ESPÍN, R., «Solución de Juegos Cooperativos N-Personales Basada en Lógica Difusa Compensatoria» *Revista Investigación Operacional*, 2010, vol. 31, no. 1, pp. 45-60, ISSN 0257-4306.
10. NEALE, M.; BAZERMAN, A.; MAX, H., «Negotiating rationally: The power and impact of the negotiator's frame» *The Executive*, 1992, vol. 6, No. 3, pp. 42-51, ISSN 1938-9779.
11. RAIFFA, H., *The art and Science of negotiation*, London, Ed. Harvard University Press, 1982, ISBN 0-674-04812-1.
12. CHU, H.; HWANG, G.; TSAI, C., «A nknowledge engineering approach to developing mindtools for context-aware ubiquitous learning» *Computers & Education*, 2010, vol. 54, No. 1, pp. 289-297, ISSN 0360-1315.

## APLICACIÓN DE SOLUCIÓN DIFUSA DE LA NEGOCIACIÓN A TRES CASOS DE ESTUDIO

13. HERRERA, F.; ALONSO, S.; CHICLANA, F.; HERRERA-VIDENA, E., «Computing with words in decision making: foundations, trends and prospects» *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 2009, vol. 8, no. 4, pp. 337-364, ISSN 1568-4539.
14. ESPÍN, R. ; FERNÁNDEZ, E.; GONZÁLEZ, E., «Un Sistema Lógico para el Razonamiento y la Toma de Decisiones: La Lógica Difusa Compensatoria Basada en la Media Geométrica» *Revista Investigación Operacional*, 2011, vol. 32, no. 3, pp.230-245, ISSN 0257-4306.
15. ROMANO, G., «Acerca de la condición normativa de la teoría de la decisión racional» *Cuadernos de Economía*, 2013, vol. 32, no. 60, pp. 413-436, ISSN 0121-4772.
16. AIGAZAR, M.M.; AL-MOMIER, H.; ABD-EL-HALIM, H.; SALEM, M., «Maximum power point tracking using fuzzy logic control», *International Journal of Electrical Power & Energy Systems» vol. 39*, 2012, pp. 21-28, ISSN 0142-0615.