



EVALUACION ENTRE PARES (EVEPAR). UN MODELO DIFUSO PARA LA CALIFICACIÓN

Chillemi Ana María-Oliva Elisa - * Lecich María Inés - Ruiz Susana - Ciancio María Inés
Facultad de Ciencias Exactas - * Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de San Juan -
Argentina

anachillemi@sinectis.com.ar

Nivel Educativo: universitario

Palabras clave: evaluación, calificación, modelo difuso

RESUMEN

Este trabajo presenta un modelo matemático difuso, orientado a criterios, diseñado para calificar el cumplimiento de los objetivos de una evaluación.

El modelo fue diseñado en el Proyecto de Investigación “Aplicación de Lógica Difusa a la Toma de Decisiones y la Gestión del Conocimiento”, se tuvo en cuenta en el Proyecto “Análisis del Modelo de Formación en Competencias”, de la Facultad de Ingeniería, para ser aplicado en una Prueba Piloto de la herramienta EVEPAR (evaluación entre pares) del Proyecto “Educación Colaborativa Autogestionada Parte II” de la Facultad de Ciencias Exactas – UNSJ.

Para elaborar el Modelo Difuso se formularon predicados que modelan la importancia intrínseca de cada objetivo, la incidencia de un objetivo en el otro, la importancia final de cada objetivo a partir de su importancia intrínseca, su incidencia en los restantes objetivos y finalmente el que modela la Calificación obtenida de las calificaciones parciales y vinculada a la importancia total de cada objetivo. Para la medición de los predicados formulados se utilizó Lógica Difusa Compensatoria.

Con la aplicación en la Prueba Piloto se comprueba, una vez más, que el Modelo Difuso prioriza puntuaciones de objetivos importantes que inciden fuertemente en otros, ya que, el nivel de insatisfacción de un objetivo de enseñanza importante no se compensa con la satisfacción de otro de menor importancia.

Actualmente, los autores de este trabajo y los integrantes del tercer Proyecto mencionado están incorporando el Modelo Difuso a la página Web EVEPAR, con el propósito de que los alumnos califiquen trabajos de sus pares.

1.- INTRODUCCIÓN

El presente trabajo propone un modelo matemático para la calificación basado en Lógica Difusa Compensatoria, está orientado a criterios y es susceptible de ser llevado a un sistema digital. Se diseñó, en el Proyecto de Investigación “Aplicación de la Lógica Difusa a la Toma de Decisiones y la Gestión del Conocimiento” de la Facultad de Ingeniería, para “medir” la importancia de los objetivos de una evaluación teniendo en cuenta la incidencia directa o indirecta de cada objetivo sobre los restantes objetivos. Con la aplicación del Modelo Difuso se obtiene una calificación a partir de las valoraciones parciales que realizan los evaluadores sobre la satisfacción de cada objetivo.

El Modelo Difuso se tuvo en cuenta en el Proyecto “Análisis del Modelo de Formación en Competencias” de la Facultad de Ingeniería y en esta comunicación se muestra una de sus aplicaciones realizada en una Prueba Piloto EVEPAR (evaluación entre pares) del Proyecto “Educación Colaborativa Autogestionada Parte II” de la Facultad de Ciencias Exactas UNSJ. Los objetivos a evaluar fueron los formulados en la Prueba Piloto EVEPAR, realizada en la asignatura “Estructura y Funcionamiento de Computadoras I”, de la carrera Licenciatura en Ciencias de la Computación, de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNSJ, y las calificaciones parciales de los objetivos son las que otorgó cada alumno al trabajo realizado por uno de sus pares.



Para la elaboración del Modelo Difuso se tuvo en cuenta que la calificación suele ser abordada de dos maneras diferentes; a través del normotipo orientado a criterios, que tiene un enfoque más cualitativo o bien a través del normotipo orientado a normas, que pretende “medir” el cumplimiento de las mismas, en el Modelo se pretende abarcar ambos aspectos.

La medición ha sido criticada con razón, no tanto por la imposibilidad apriorística de ser llevada a cabo, como por la manera en que hasta ahora se ha hecho utilizando modelos aditivos que ponderan arbitrariamente los objetivos utilizando “claves”, que perjudican a estudiantes con buenos desempeños y favorecen a los que no lo merecen.

Desde el punto de vista teórico, una teoría afín al establecimiento de modelos aditivos de preferencias, la teoría normativa de la decisión, establece requisitos como la independencia preferencial (difícilmente argumentable en problemas multiatributos, donde estos son los distintos objetivos de enseñanza) y es celosa en la manera en que son “pesados” los atributos, evidenciando que el ser humano no puede ser coherente asignándolos de una manera directa. [French, S-1986-].

Las siguientes son dos importantes objeciones al uso de modelos aditivos en la medición del aprendizaje.

1. El nivel de insatisfacción de un objetivo de enseñanza no puede ser compensado por la satisfacción de otro.
2. Los “pesos de los atributos” - que pudieran identificarse con el número de puntos de cada pregunta- no están vinculados, se consideran independientes entre si. [French, S-(1986)-].

Los sistemas de Inteligencia Artificial, y en particular los que usan Lógica Difusa utilizan sistemas basados en reglas para integrar unos pocos criterios referidos a aspectos u objetivos que deben constituirse en reglas particulares para cada asignatura o proceso a calificar. [Shimuza, S. & Yamshita, H. – (1995)-]

Al diseñar el Modelo Difuso, que trata el presente trabajo, se formularon predicados que modelan la importancia intrínseca de cada objetivo, la incidencia de un objetivo en el otro, la importancia final de cada objetivo a partir de su importancia intrínseca y su incidencia en los restantes objetivos y finalmente el que modela la calificación vinculando importancia total de cada objetivo con las calificaciones parciales de cada objetivo.

Para dar una medición de los predicados que se formularon se utilizó Lógica Difusa Compensatoria que permite “medir” resultados de las operaciones lógicas y de la cuantificación.

2.- LÓGICA DIFUSA COMPENSATORIA

La utilización del Paradigma de la Lógica Difusa en cada vez más ramas de la ciencia fundamental y aplicada, constituye una auténtica revolución científica que está teniendo lugar en nuestros tiempos. [Dubois, D. & Prade, H. –(1980)-]

El potencial de la Lógica Difusa para traducir el lenguaje natural a un lenguaje formal, ha sido clave para su proliferación y su éxito; y para acercarse a la ciencia contextualmente significativa que propugnan disciplinas emergentes como la Matemática Educativa. [Nuñez, J. –(1999)- Cantoral, R. –(2000)-].

Esta Lógica ha recibido críticas desde las posiciones de la Teoría de la medición y la Teoría normativa de la decisión, porque aún sus resultados prácticos no tienen un respaldo teórico que tenga en cuenta suficientemente los importantes precedentes que ellas constituyen [French S.-(1986)-]. Tales objeciones están en la base de las inconsistencias de algunos modelos obtenidos por traducción del lenguaje natural, por lo que se requieren esfuerzos teóricos para eliminarlas.

La Lógica Difusa Compensatoria, [Espín, R & Others – (2005)-], es un sistema lógico multivalente que logra avances significativos en la dirección apuntada renunciando a varios



axiomas clásicos en este tipo de sistemas para lograr una lógica idempotente y “sensible”, resultado imposible bajo las premisas clásicas.

Con este modelo de decisión se garantiza la efectiva combinación de elementos intangibles valorados a través de expertos, considerando escalas categoriales de veracidad, con información cuantitativa, que aporta valores de verdad a través de predicados definidos convenientemente a partir de tal información.

En la Lógica Difusa Compensatoria las operaciones \wedge, \vee, \neg y los cuantificadores \exists, \forall se definen con las valoraciones [Espin R. & Fernandez E.-(1999-2000)]:

$$v(p \wedge q) = (v(p).v(q))^{1/2} \quad ; \quad v(p_1 \wedge \dots \wedge p_n) = (v(p_1) \dots v(p_n))^{1/n}$$

$$v(\neg p) = 1 - v(p)$$

$v(p \vee q) = v(\neg(\neg p \wedge \neg q))$, por lo tanto se define:

$$v(p \vee q) = 1 - [(1 - v(p)).(1 - v(q))]^{1/2}$$

y $v(p_1 \vee \dots \vee p_n) = 1 - [(1 - v(p_1)) \dots (1 - v(p_n))]^{1/n}$

Para la cuantificación se define:

$$v(\exists x \in U : P(x)) = v(\bigvee_{x \in U} P(x)) \quad ; \quad v(\forall x \in U : P(x)) = v(\bigwedge_{x \in U} P(x))$$

Esta Lógica ha sido aplicada en la Modelación de Problemas asociados a la Toma de Decisiones Organizacionales y la Educación [Espin, R-(2002)], habiendo demostrado su superioridad, en comparación con otros sistemas, en los problemas que ha abordado.

3.- DESCRIPCIÓN DEL MODELO DIFUSO – ALGORITMO

Para diseñar el Modelo Difuso para la calificación se seleccionaron predicados que intervienen, a criterio de los autores, en el análisis de “cómo obtener una calificación para un TRABAJO evaluado”, dando cumplimiento al requisito de que intervenga la importancia de cada objetivo a evaluar como así también su incidencia en los restantes objetivos.

Se dio la formulación lógica de cada predicado y se determinó su valoración. La valoración de los predicados compuestos y/o cuantificados las calcula el algoritmo del Modelo (con un programa de cómputo), teniendo en cuenta las operaciones lógicas y la cuantificación definidas por la Lógica Compensatoria (punto 2.). El algoritmo finaliza cuando determina la calificación de la evaluación: Excelente, Muy Buena, Buena, Regular.

3.1 PREDICADOS UTILIZADOS, SIMBOLOGIA Y FORMULACION LOGICA

A continuación se da la simbología y la formulación lógica de cada uno de los predicados considerados por el Modelo.

μ_i : La importancia intrínseca del objetivo I_i

I_{ij} : El objetivo I_i incide directamente en I_j .

Ambos predicados son enunciados simples sus formulaciones lógicas son μ_i e I_{ij} .

I_{ij}^* : El objetivo I_i incide directamente en el objetivo I_j o el objetivo I_i incide en un objetivo I_k y el objetivo I_k incide en el objetivo I_j .

La formulación lógica del predicado I_{ij}^* es $I_{ij} \vee \exists k = 1, \dots, m : (I_{ik} \wedge I_{kj})$ (1)

Observación: Para la incidencia indirecta puede suponerse que existe más de un objetivo intermedio, en este caso el predicado I_{ij}^* tiene la formulación lógica:



$$I_{ij}^* = I_{ij} \vee \underbrace{\exists k = 1, \dots, m : (I_{ik} \wedge I_{kj})}_{I_{ij}^1} \vee \underbrace{\exists k = 1, \dots, m : (I_{ik}^1 \wedge I_{kj})}_{I_{ij}^2} \vee \dots \vee \underbrace{\exists k = 1, \dots, m : (I_{ik}^{m-1} \wedge I_{kj})}_{I_{ij}^m}$$

Se comprobó que suponer que sólo hay un objetivo intermedio (1), como se hizo en la experiencia descripta más adelante, no altera significativamente los resultados.

IMP(i): El objetivo I_i es importante si es importante intrínsecamente y existe un objetivo I_k distinto de I_i , importante intrínsecamente y tal que I_i incide directa o indirectamente en ese objetivo I_k .

La formulación lógica del predicado IMP(i) es $\mu_i \wedge \exists k \neq i : (\mu_k \wedge I_{ik}^*)$

O(k,i): Calificación del objetivo I_i otorgada por el evaluador k.

Es un enunciado simple, su formulación lógica es O(k,i).

O(i): Calificación del objetivo I_i dada por el evaluador k_1 y ... y por el evaluador k_m .

La formulación lógica de O(i) es $\bigwedge_{k=1}^n O(k,i)$, n el número de evaluadores por Trabajo.

C(X): La calificación del TRABAJO X es C cuando para todo objetivo I_i , si el objetivo I_i es importante entonces se considera su calificación parcial O(i).

La formulación lógica del predicado C(X) es $\forall i : (I_i \rightarrow O(i))$

3.2 VALORACION DE LOS PREDICADOS

Por tratarse de Lógica Difusa, la valoración de cada predicado es 0 ó 0.1 ó ... ó 0.9 ó 1.

El responsable de la evaluación, que formula los objetivos, otorga las valoraciones de los predicados simples μ_i (importancia intrínseca del objetivo I_i) e I_{ij} (incidencia directa), respondiendo las preguntas: "cuán cierto es que el objetivo I_i es importante en sí mismo" y "cuán cierto es que el objetivo I_i incide directamente en el objetivo I_j ", respectivamente.

La valoración del predicado O(k,i) la otorga cada evaluador k respondiendo la pregunta: "cuán cierto es que el TRABAJO X merece calificación BUENA en el objetivo I_i ".

Las valoraciones de los predicados I_{ij}^* , IMP(i), O(i) (si hay más de un evaluador) y C(X) se calculan con el programa de cómputo del algoritmo.

3.3 ALGORITMO DEL MODELO DIFUSO

Los datos iniciales del algoritmo los provee el responsable de la evaluación, él debe dar las valoraciones de la importancia intrínseca de cada objetivo y de la incidencia directa del mismo sobre los restantes objetivos y cada evaluador provee los datos de las calificaciones parciales de cada objetivo. El algoritmo finaliza cuando determina e informa la calificación final de la evaluación.

DATOS INICIALES

Paso 1- Se prefija el número $m > 1$ de objetivos a evaluar y se introducen valores μ_i , que representan la importancia intrínseca que el docente atribuye a cada objetivo.

Paso 2- Se define la matriz de incidencia directa, cada celda de esta matriz es la valoración del predicado I_{ij} que otorgó el docente.

Paso 3.- Se prefija el número $n > 1$ de evaluadores para cada TRABAJO y se introducen las valoraciones O(k,i), ($k=1, \dots, n$), calificaciones parciales que el evaluador k otorgó a la satisfacción del objetivo I_i .

CALCULOS



Paso 4- Cálculo de la valoración $O(i)$ del predicado $\bigwedge_{k=1}^n O(k,i)$: $O(i) = \left(\prod_{k=1}^n O(k,i)\right)^{1/n}$

Si sólo hay un evaluador por trabajo, $k=1$ y la valoración $O(i)$ se calcula con $\bigwedge_{k=1}^1 O(k,i)$, por lo tanto coincide con el valor $O(i)$ introducido en el Paso 3 dado por el único evaluador.

Paso 5- Se define la matriz de incidencia directa o indirecta, cada celda es la valoración del predicado $I_{ij} \vee \exists k = 1, \dots, m: (I_{ik} \wedge I_{kj})$.

Teniendo en cuenta las definiciones de “ \vee ” y “ \exists ”, calculan las valoraciones:

$$I_1(i, j) = 1 - \left[\prod_{k=1}^m (1 - (I(i, k) * I(k, j))^{1/2}) \right]^{1/m} \text{ y luego } I^*(i, j) = 1 - ((1 - I(i, j)) * (1 - I_1(i, j)))^{1/2}$$

Paso 6- Cálculo de la valoración $IMP(i)$ del predicado $\mu_i \wedge \exists k \neq i: (\mu_k \wedge I_{ik}^*)$:

$$IMP(i) = \left(\mu_i * \left(1 - \left(\prod_{\substack{k=1 \\ i \neq k}}^{m-1} (1 - (\mu_k * I^*(i, k))^{1/2}) \right)^{1/m-1} \right) \right)^{1/2}$$

Paso 7- Para cada TRABAJO X se calcula la valoración $C(X)$ del predicado $\forall i: (I_i \rightarrow O(i))$

$$C(X) = \left(\prod_{i=1}^m (1 - (IMP(i) * (1 - O(i)))^{1/2}) \right)^{1/m} \text{ (IMP(i) del Paso 6, O(i) del Paso 4)}$$

Paso 8- Se calculan valores C^3 , C^2 , C y $C^{1/2}$ (C del Paso 7) y se almacenan en una tabla con columnas encabezadas con Excelente, Muy Buena, Buena y Regular, respectivamente.

Paso 9- En la fila de cada

TRABAJO se selecciona la celda con el primer valor mayor que 0.5. La calificación del TRABAJO es la que encabeza la columna de la celda seleccionada.

	Excelent e	Muy Buena	Buena	Regular
Trabajo X	C^3	C^2	C	$C^{1/2}$

Paso 10- Fin del algoritmo. Informa el resultado CALIFICACION ----

4.- APLICACIÓN DEL MODELO DE AYUDA DIFUSO

En la Cátedra “Estructura y Funcionamiento de Computadoras I” (Licenciatura en Ciencias de la Computación) de la Facultad de Ciencias Exactas-UNSJ, se realizó una Prueba Piloto con la herramienta EVEPAR (evaluación entre pares), la que se describe a continuación.

5.1 PRUEBA PILOTO EVEPAR

Primera Etapa: El Docente solicitó diseñar “Una propuesta integrativa de Práctica referida a las Unidades 1 y 2, con sólo dos problemas para resolver” y formuló los siguientes objetivos:

- I_1 : Enunciar con claridad y precisión contenidos y consignas de cada problema.
- I_2 : Utilizar correctamente el procesador de texto.
- I_3 : Escribir con buena ortografía
- I_4 : Elegir con creatividad los problemas.
- I_5 : Resolver correctamente los problemas
- I_6 : Abarcar, en forma integrativa, contenidos desarrollados en las Unidades 1 y 2.
- I_7 : Enriquecer, consolidar y/o ampliar conocimientos del compañero que evalúa su trabajo.
- I_8 : Presentar en tiempo y forma el trabajo propuesto por el profesor.

Segunda etapa: El Profesor entregó a cada alumno un TRABAJO, realizado por uno de sus pares, para que lo evalúe e indicó los objetivos a evaluar. Informó que para otorgar cada



calificación parcial $O(i)$ del objetivo I_i debían responder la pregunta: ¿Cuan cierto es que merece calificación BUENA en ese objetivo I_i ? y otorgarle una valoración $O(i)$ de 0 a 10.

Mostró los siguientes ejemplos para otorgar valoraciones:

Para la calificación parcial $O(7)$ del Objetivo I_7 , deben responder: ¿Cuán cierto es que merece calificación BUENA en que, el TRABAJO que evaluó, consolidó y/o amplió sus propios conocimientos? y otorgar a $O(7)$ una valoración de 0 a 10.

Para la calificación parcial del Objetivo I_6 deberá otorgar una valoración de 0 a 10 a $O(6)$, respondiendo: ¿Cuán cierto es que merece calificación BUENA en que el TRABAJO abarca en forma integrativa los contenidos desarrollados en las Unidades 1 y 2? .

Tercera etapa: El Docente solicitó a los alumnos que remitieran, a la dirección de correo de la Cátedra, el TRABAJO que evaluaron con las calificaciones parciales $O(i)$ otorgadas a cada uno de los objetivos evaluados.

Cuarta etapa: El Docente seleccionó TRABAJOS que habían completado la evaluación y otorgó una Nota promedio de las calificaciones parciales $O(i)$. Si el promedio no fue entero, redondeó la Nota al entero siguiente. Aprobó los TRABAJOS con Nota 7 (o superior).

4.2 APLICACIÓN DEL ALGORITMO DEL MODELO DIFUSO EN EVEPAR

Los autores de este trabajo asesoraron al Docente sobre la aplicación del Modelo Difuso para la calificación. En forma conjunta aplicaron el algoritmo del Modelo en la Prueba Piloto EVEPAR. El algoritmo se aplicó (con Programa Matlab) para $m=8$ objetivos y $n=1$ evaluadores para cada TRABAJO.

Paso 1- Se prefija el número $m=8$ (n^o de objetivos a evaluar) y se introducen los valores μ_i , que representan la importancia intrínseca que el docente le atribuyó a cada objetivo. Con el análisis de esta TABLA 1 se determina un orden de importancia para los objetivos a evaluar.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7	μ_8
1	0.8	0.8	0.7	1	1	0.8	0.8

TABLA 1 Valoración Intrínseca

Los objetivos I_1, I_5, I_6 (con igual importancia) son de mayor importancia que I_2, I_3, I_7, I_8 (con igual importancia) e I_4 es último en importancia.

	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	I_8
I_1	1	0.4	0.7	0.5	0.9	0.7	0.9	0.3
I_2	0.3	1	0.8	0.3	0.3	0.3	0.5	1
I_3	0.4	0.4	1	0.4	0.4	0.4	0.4	1
I_4	0.9	0.5	0.4	1	0.8	0.4	0.9	0.6
I_5	0.9	0.5	0.6	0.6	1	0.6	0.9	0.8
I_6	0.9	0.3	0.3	0.5	0.9	1	0.9	0.7
I_7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1	0.3
I_8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.8	1

TABLA 2 MATRIZ DE INCIDENCIA

Paso 2- Se confecciona una matriz de incidencia directa, cada celda es la valoración I_{ij} que otorgó el docente al predicado: “el objetivo I_i incide en el objetivo I_j ”. (TABLA 2).

Para mostrar, en esta propuesta, se seleccionaron en la Prueba Piloto los TRABAJOS A, B, C, D, E, F, G, H, I, Jentre los 57 evaluados.

TRABAJOS	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	O_6	O_7	O_8
TRABAJO A	0.7	0.7	0.5	0.5	0.8	0.7	0.6	0.8
TRABAJO B	0.6	0.8	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.7
TRABAJO C	0.6	0.9	0.7	0.6	0.4	0.6	0.5	1
TRABAJO D	0.8	0.7	0.6	0.6	0.8	0.8	0.7	0.9
TRABAJO E	0.9	0.4	0.4	0.8	0.9	0.9	0.8	0.4
TRABAJO F	0.9	0.8	0.7	0.8	0.4	0.8	0.5	0.8
TRABAJO G	0.9	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5
TRABAJO H	0.9	0.9	0.8	0.9	1	0.9	0.9	0.9

El TRABAJO J representa a los que obtuvieron Nota Promedio 10.

TRABAJO I	1	0.9	0.9	0.8	1	1	0.9	1
TRABAJO J	1	1	1	1	1	1	1	1

TABLA 3 CALIFICACIONES PARCIALES

Paso 3.- Cada valoración $O(i)$ de la TABLA 3 es la calificación del objetivo I_i .

Para aplicar el algoritmo, las calificaciones de 1a 10 de los alumnos se transformaron a valores $0, 0.1, \dots, 0.7, 1$

Paso 4. Se prefija $n=1$ (un evaluador por TRABAJO),
 $\bigwedge_{k=1}^1 O(k,i), O(i)$
 resulta la Calificación del Paso 3.

Paso 5 - Se calculan las celdas de la Matriz I^* de incidencias directas o indirectas de cada objetivo con otro.

TABLA 4

	Excelente C^3	Muy Buena C^2	Buena C	Regular $C^{1/2}$	Calificación del Trabajo
TRABAJO A	0,1167	0,2387	0,4886	0,6990	Regular
TRABAJO B	0,0882	0,1981	0,4451	0,6672	Regular
TRABAJO C	0,1166	0,2386	0,4885	0,6989	Regular
TRABAJO D	0,1672	0,3035	0,5509	0,7422	Buena
TRABAJO E	0,1382	0,2672	0,5170	0,7190	Buena
TRABAJO F	0,1441	0,2749	0,5243	0,7241	Buena
TRABAJO G	0,2348	0,3806	0,6170	0,7855	Buena
TRABAJO H	0,4	0,5429	0,7368	0,8584	Muy Buena
TRABAJO I	0,5851	0,6995	0,8364	0,8584	Excelente
TRABAJO J	1	1	1	1	Excelente

Paso 6- Se calculan las valoraciones $IMP(i)$ (importancia total del Objetivo I_i).

Paso 7- Para cada TRABAJO X se calcula la valoración $C(X)$ del predicado

$$\forall i: (I_i \rightarrow O(i)).$$

Los cálculos de los Pasos 5, 6 y 7 se realizan con fórmulas del algoritmo del punto 3.3.

Paso 8- Se calculan valores C^3, C^2, C y $C^{1/2}$ (con el valor C del Paso 7) y se almacenan en la TABLA 4, con columnas encabezadas con Excelente, Muy Buena, Buena y Regular.

Paso 9- En cada fila

TABLA 5

	Promedio	Nota Docente	Calificación del Modelo
TRABAJO A	6,62	7	Regular
TRABAJO B	6,12	6	Regular
TRABAJO C	6,62	7	Regular
TRABAJO D	7,37	7	Buena
TRABAJO E	6,87	7	Buena
TRABAJO F	7,12	7	Buena
TRABAJO G	8	8	Buena
TRABAJO H	9	9	Muy Buena
TRABAJO I	9,37	9	Excelente
TRABAJO J	10	10	Excelente

de la TABLA 4 se destaca la celda que se selecciona para dar la calificación del Trabajo. Es la celda que tiene el primer valor de la fila que supera a 0.5. Observar que existen filas con varias celdas cuyos valores son mayores que 0.5, se elige la celda con el "menor" valor mayor que 0.5.

Paso 10- Fin Algoritmo A cada TRABAJO el Modelo otorga la calificación que encabeza la columna de la celda seleccionada.

5.- COMPARACION DE CALIFICACIONES OTORGADAS POR EL MODELO DIFUSO Y POR EL DOCENTE

Los autores de este trabajo acordaron con el Docente las siguientes equivalencias

Regular: 5-6 **Buena:** 7-8 **Muy Buena:** 8-9 y **Excelente:** 10

En la TABLA 5 se destacan los TRABAJOS que difieren en su calificación.

Teniendo en cuenta que el Docente aprobó TRABAJOS con Nota 7 (o superior), el Modelo Difuso aprueba un TRABAJO con calificación Buena. El Modelo reprueba un TRABAJO si califica con Regular ó si su fila no tiene valores mayor a 0.5. Para el análisis de diferencias entre calificaciones con Nota Promedio y las del Modelo, se tuvo en cuenta el orden de importancia de los objetivos, (I_1, I_5, I_6) , (I_2, I_3, I_7, I_8) , I_4 .

I.- Los TRABAJOS A y C aprobados con Nota 7, son reprobados por el Modelo Difuso.

TRABAJOS	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	O ₆	O ₇	O ₈	Por el Docente	Por el Modelo
TRABAJO A	0.7	0.7	0.5	0.5	0.8	0.7	0.6	0.8	7	Regular
TRABAJO C	0.6	0.9	0.7	0.6	0.4	0.6	0.5	1	7	Regular

Observación: En el TRABAJO A, la calificación O₈ del objetivo I₈ (presenta a tiempo), compensa las bajas calificaciones en O₇ y O₃, de objetivos de igual importancia que I₈.

El TRABAJO C compensa con O₂ (manejo procesador de texto) y O₈ (presenta a tiempo) las bajas calificaciones en objetivos que son de mayor o igual importancia que I₂ e I₈.

II.- El Docente otorga Nota 8 **al TRABAJO G**, equivale a calificación Muy Buena, sin embargo, el Modelo le otorga calificación Buena.

TRABAJOS	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	O ₆	O ₇	O ₈	Nota Docente	Calificación del Modelo
Trabajo G	0.9	0.7	0.7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.5	8	Buena

Observación: La puntuación alta O₄ en el objetivo de menor importancia I₄ compensa, en la Nota Docente, las bajas puntuaciones O₈ (presenta a tiempo), O₂ (buen manejo procesador de texto) y O₃ (buena ortografía) en los objetivos I₈, I₂, I₃ que tienen mayor importancia para el Docente.

III.- A los **TRABAJOS H y I** el Docente otorgó igual Nota y el Modelo dio calificaciones diferentes, Muy Buena y Excelente, respectivamente.

TRABAJOS	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅	O ₆	O ₇	O ₈	Nota Docente	Calificación del Modelo
TRABAJO H	0.9	0.9	0.8	0.9	1	0.9	0.9	0.9	9	Muy Buena
TRABAJO I	1	0.9	0.9	0.8	1	1	0.9	1	9	Excelente



Observación: En la Nota Docente el redondeo de los promedios dio igual resultado, el Modelo Difuso prioriza el hecho de que las calificaciones O_1, O_6 de los objetivos I_1, I_6 son más altas en el TRABAJO I que en el TRABAJO H.

6.- CONCLUSIONES

Concluida la experiencia de aplicación del Modelo Difuso, los integrantes del Proyecto “Educación Colaborativa Autogestionada Parte II”, de la Facultad de Ciencias Exactas- UNSJ, el Docente a cargo de la asignatura y los autores de esta presentación analizaron los resultados obtenidos con la Prueba Piloto EVEPAR y formularon las conclusiones.

Actualmente, los autores de este trabajo y los integrantes del Proyecto están incorporando el Modelo Difuso a la página Web EVEPAR, con el propósito de que pueda ser utilizado para que los alumnos califiquen trabajos de sus pares.

A continuación se detallan conclusiones:

6.1 El Modelo Difuso prioriza y explicita los criterios de evaluación que prefija el docente a cargo de la asignatura, ya que, es el docente quien formula y otorga la valoración de la importancia intrínseca de cada objetivo y de su incidencia en los otros objetivos.

6.2 El Modelo Difuso prioriza las puntuaciones de objetivos importantes que inciden fuertemente en otros, ya que, el nivel de insatisfacción de un objetivo de enseñanza importante no se compensa con la satisfacción de otro de menor importancia. El Docente destacó que las calificaciones que otorgó el Modelo Difuso resultó más acorde con su criterio que la Nota Promedio.

6.3 El Modelo Difuso proporciona, al conjunto de evaluadores, una misma herramienta para la calificación del cumplimiento de los objetivos que se evalúan.

6.4 Comprobada la utilidad del Modelo Difuso los integrantes del Proyecto decidieron incorporar a la página Web EVEPAR el algoritmo de Cálculo del Modelo Difuso a fin de que el alumno pueda “bajar” un TRABAJO de uno de sus pares, evaluar cada objetivo formulado en la página, obtener la calificación del TRABAJO con sólo introducir calificaciones parciales en el vínculo “CALIFICAR”, y “subir” nuevamente el TRABAJO evaluado con la calificación obtenida.

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- French, S. (1986). *Decision Theory An Introduction to the Mathematics of Rationality*. Halsted Press.
- Shimuza, S. and Yamashita, H. (1995). *An educational Evaluation System Applying Fuzzy Theory*. XI Fuzzy Systems Symposium. 1995 y “Educational Evaluation of Calligraphy”: Applying Fuzzy Reasoning. International Congress”.
- Dubois, D. & Prade, H. (1980). *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. Academic Press Inc”.
- Nuñez, J. (1999). *La Ciencia y la Tecnología como procesos sociales*. Ed. Feliz Varela. Cuba
- Cantoral, R. (2000). *Reto al Desarrollo del pensamiento matemático*. Ed. Trillas. México.
- Espín, R. & Others. (2005). *Compensatory Logic: A Fuzzy Approach to Decision Making*. Proceedings of EUSFLAT Congress. Barcelona. España.
- Espin, R. & Fernandez, E. (1999-2000). *Fuzzy Logic Model of Bargaining*. Foundation of Computing and Decision Sciences (FCDS). Poznan. Vol. 3.Nº 3.
- Espin, R. (2002). *Análisis difuso de coaliciones I*. *Revista Investigación Operacional*. Universidad de la Habana. Nº 2. y *Modelos para la Administración Lógica de la Empresa*. Conferencia Iberoamericana de Informática, Sistemática y Cibernética. CISCI. Orlando. Florida.