



**Dirección**

## CASO MULTIPROPÓSITO PARA LA EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS BASADO EN LA DECISIÓN DE EXPERTOS

### Resumen / Abstract

Este trabajo presenta un caso escrito en idioma español, con un texto central vinculado con la evaluación y selección de alternativas sobre la base de la decisión de expertos, que utilizan pruebas estadísticas capaces de medir el grado de subjetividad en la toma de decisiones (coeficiente de Spearman de correlación de rangos y coeficiente de concordancia de Kendall) y puede emplearse en diferentes esferas de la práctica humana, de ahí su carácter multipropósito. Se han escogido en el trabajo cuatro esferas vinculadas con la enseñanza de la ingeniería: informática, problemas ambientales, transferencia tecnológica y recursos humanos, aunque las aplicaciones pueden ser mucho más amplias. Se incluyen además en el trabajo: una sinopsis para el empleo de las cuatro esferas de perfil ingeniero seleccionadas (informática, problemas ambientales, transferencia tecnológica y recursos humanos), un ejemplo sencillo de aplicación del caso a un problema de selección de recursos humanos y las observaciones pedagógicas que precisan la forma en que debe ser aplicado el caso en los cursos de ingeniería.

*This paper presents a case originally in spanish language, linked with the selection and evaluation of alternatives based on experts decision and using statistic tests to control the decision making process additionally the case can be used in many fields of human activities. The paper presents examples in four fields engineering as: informatics, environment, technologic transference, and human resources, but the applications may be greater. The paper presents the four engineering fields examples mentioned before and also includes the teaching notes recommended to use the case in engineering courses.*

### Palabras clave / Key words

Caso, método de los casos, alternativas de selección y evaluación

*Case, case method, alternative selection and evaluation*

**Ramón Ariel Quesada García,**  
Ingeniero Geofísico, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Auxiliar, Centro de Estudios de Técnicas de Dirección (CETDIR), Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujaje, Ciudad de La Habana, Cuba  
Miembro del Advisory Board de la Organización Mundial Wacra (World Association for Case Method Research and Application)  
e-mail: arielq@tesla.cujaje.edu.cu

Recibido: Noviembre del 2002  
Aprobado: Enero del 2003

## INTRODUCCIÓN

La pedagogía moderna, se basa en principios que consideran como ineficiente el llamado "modelo de enseñanza centrado por el profesor"<sup>1</sup> y dirige su atención sobre el aprendizaje "como la forma más racional de medir la calidad de la enseñanza".<sup>2</sup>

Dentro de esos principios pueden mencionarse:

- La interacción que se produce durante la discusión en clases es la matriz principal tanto de la enseñanza como del aprendizaje.<sup>2</sup>
- El aprendiz tiene que intercambiar activamente en su tarea de aprender y tiene que crear para sí mismo las ideas que el profesor le comunica.<sup>3</sup>

Las palabras clave: interacción, discusión en clases, intercambio activo, autoaprendizaje, etc. se vinculan al "modelo de enseñanza activa" donde: "El aprendiz incrementa su autonomía, su autoiniciativa, su confianza en sí mismo y por tanto, su habilidad de asumir riesgos".<sup>4</sup>

Las conferencias son métodos muy eficientes de transferencia de información, pero cuando los objetivos de la educación se enfocan hacia el aprendizaje:

- "Numerosos estudios han establecido que cuando la conferencia es el modo dominante de enseñanza, los estudiantes olvidan hasta el 50% del contenido del curso en unos pocos meses".<sup>1</sup>

- "Lo que he aprendido mejor de las conferencias fue cómo atender, cómo tomar notas, cómo leer rápido y lo más importante, cómo aprobar los exámenes con notas altas".<sup>4</sup>

Dentro de la práctica de enseñanza activa, el **método de los casos** (*case method* en la literatura inglesa), presenta sin dudas el mayor nivel de institucionalización a escala mundial:

- Hace casi un siglo, la Harvard School of Business comenzó a utilizar la enseñanza por casos y posteriormente muchos otros centros de educación superior de reconocido prestigio mundial, han incorporado los estudios de casos en asignaturas de diversas carreras y desarrollan sistemáticamente seminarios de carácter pedagógico basados en la enseñanza con casos para el entrenamiento de sus profesores.

- Se conocen importantes centros suministradores de casos como: Case Net, European Case Clearing House, HBS (Harvard Case Collection, Darden Case Collection, Ivey (Western Ontario) Case Collection, etcétera.

- Han surgido además en los últimos 15 años, importantes organizaciones de alcance mundial o regional, que agrupan a profesores e investigadores dedicados al Método de los Casos, tales como: World Association for Case Method Research and Application (WACRA), Case Association (Eastern Case Writers), The Case Teaching Network, etcétera.

Existen varias definiciones de lo que representa un caso, se presentan tres de ellas:

"Un caso es la descripción de una situación real, que comúnmente se vincula con una decisión, reto, oportunidad o problemática, enfrentada por una o varias personas u organización".<sup>5</sup>

"Un buen caso es el resumen de algún evento real o secuencia de eventos, que contiene suficiente duda o confusión capaz de inspirar una rica discusión educacional".<sup>2</sup>

"Un caso es una expresión humana, generalmente escrita, filmada, computarizada, expresada en forma gráfica, etc., en la cual se trata de decidir, mediante una tecnología característica que incluye un proceso de discusión controlada: qué se debe hacer".<sup>6</sup>

Uno de los problemas debatidos en los congresos mundiales y no resuelto aún, se refiere a la importación y traducción de casos, que no reflejan la problemática del país que los utiliza.

Por otra parte, existen pocos casos redactados originalmente en idioma español, utilizando la tecnología actual de escritura, tal como se puede apreciar en algunas publicaciones.<sup>7-10</sup>

El objetivo principal de este trabajo, es el diseño de un caso en idioma español con las siguientes premisas que lo caracterizan:

- La existencia de un texto central (a modo de esqueleto común), redactado de forma tal, que se vincule con la evaluación y selección de alternativas sobre la base de la decisión de expertos

y puede ser utilizado para varias funciones en diferentes esferas de la práctica humana, de ahí su carácter multipropósito.

- La existencia de textos específicos como complementos de cada caso, en dependencia de la esfera de aplicación. Para este trabajo se han escogido cuatro vinculadas con la práctica ingenieril: informática, problemas ambientales, transferencia tecnológica y selección de recursos humanos.

## TEXTO COMÚN DE UN CASO PARA LA EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS BASADO EN LA DECISIÓN DE EXPERTOS

El lector en estos momentos es un experto que trabajará individual y colectivamente en la **evaluación** y **selección** de **alternativas**.

En todos los casos dispondrá de un instrumento para la evaluación que le permitirá realizar su trabajo de experto, siguiendo el procedimiento que se explica a continuación.

### A. Trabajo individual

Después de estudiar detenidamente el instrumento para la evaluación que se acompaña, se podrá adquirir el dominio necesario de las bases para la evaluación, con sus correspondientes factores de ponderación (basado en su importancia relativa).

Con esta información, el experto de forma estrictamente individual llena las siguientes tablas de decisión (tabla 1).

Tabla 1: De acuerdo con el número de alternativas, se asigna el valor mayor, a la alternativa a su juicio más favorable, y el valor 1 a la menos favorable (sin tener en cuenta la ponderación en esta oportunidad).

Se asignan valores ponderados utilizando la siguiente expresión y se trasladan a las posiciones correspondientes de la tabla 2.

TABLA 1				
Bases para la evaluación	Alternativas			
1.	A	B	.....	N
2.				
K				

$$V_p = \frac{V_{sp}}{V_{\max}} \cdot F_p$$

donde:

$V_p$ : Valor ponderado.

$V_{sp}$ : Valor sin ponderar.

$V_{\max}$ : Valor máximo sin ponderar de la fila de la matriz.

$F_p$ : Factor de ponderación.

TABLA 2					
Bases para la evaluación	Factores de ponderación	Alternativas			
		A	B	.....	N

Después de llenar individualmente la tabla 2, con la matriz ponderada, el experto suma cada una de las columnas y decide el orden de las alternativas con los valores de dicha suma (la mejor alternativa será la que se corresponde con una suma mayor).

**B. Trabajo en pequeños grupos**

El grupo de expertos se integra por 2 a 5 miembros. Su primera tarea es discutir los resultados de la matriz sin ponderar y compararlos con los de la matriz ponderada para cada miembro, sin que esto implique necesariamente que se modifiquen las decisiones individuales, aunque es posible que así sea.

Después de esta discusión, se insertan los resultados finales en la tabla 3 o matriz de expertos. Cada experto, de acuerdo con el número de alternativas, le asignará a la más favorable el valor mayor y a la menos favorable el valor 1.

Completada la matriz de expertos, esta debe ser sometida a la prueba de subjetividad.

Según se expresa en el *Manual para Negociaciones de Transferencia de Tecnología*, editado por ONUDI en 1997,<sup>11</sup> los resultados de selección por criterios de expertos, generalmente presentan un grado de subjetividad en el análisis, tanto en cuanto a la selección de los parámetros como al puntaje asignado.

Se recomienda para disminuir el grado de subjetividad, que los que evalúan las alternativas y los que elaboran el instrumento para la evaluación y establecen los factores de ponderación, deben ser personas diferentes.

El grado de subjetividad del análisis puede medirse con métodos estadísticos: dentro de estos se incluyen dos muy fáciles de utilizar:

**Prueba del coeficiente de Spearman de correlación de rangos:**

- Se recomienda cuando el número de expertos es dos.
- Se calcula por medio de la expresión:

$$R = 1 - \frac{6 \sum Di^2}{N^3 - N}$$

donde:

*Di* : Diferencia numérica entre el criterio de los dos expertos para cada alternativa (*i*).

Si se trata de cinco alternativas, por ejemplo, habrá que calcular 5 diferencias *Di*, elevar cada una al cuadrado y sumarlas.

*N*: Número de alternativas.

El valor de *R* que se obtiene, dice si el grado de convergencia es adecuado para seleccionar una alternativa. Se considera que un grado de convergencia de 0,7 o mayor es aceptable.

Los valores de *R* son iguales a 1 cuando las clasificaciones son idénticas e iguales a -1 cuando son opuestas.

Los grados de convergencia positivos menores que 0,7 (o negativos, indican entre otras cosas, que las bases para la evaluación deben ser definidos con mayor precisión, partiendo de que el personal que participa en las decisiones es realmente experto.

**Prueba del coeficiente de concordancia de Kendall**

- Se recomienda cuando el número de expertos es mayor de 2
- Se calcula por medio de la expresión:

$$W = \frac{S}{\left(\frac{1}{12}\right)m^2(N^3 - N)}$$

donde:

*S*: Suma de los cuadrados de las desviaciones que existen entre la suma de los puntos asignados a cada alternativa y el valor medio de los puntos asignados a todas las alternativas.

*m*: Número de expertos.

*N*: Número de alternativas

El cálculo de *S* se hace de la siguiente forma:

$$S = \sum \left( R_j - \frac{\sum R_j}{N} \right)^2$$

donde:

*R<sub>j</sub>*: Suma de los puntos asignados por los expertos a cada alternativa.

$\frac{\sum R_j}{N}$  Promedio de los puntos asignados por todos los expertos a las *N* alternativas.

Para determinar si el nivel de convergencia es o no adecuado se utiliza la tabla del anexo 1 de la forma siguiente:

- Se localiza en la tabla el valor de *S* teórico, según el número de expertos (*m*) y el número de alternativas (*N*).
- Se compara el valor de *S* calculado por la expresión anterior con el valor de *S* teórico de la tabla.

TABLA 3				
Nombre y apellidos de los expertos	Alternativas			
	A	B	.....	N
1.				
2.				
m				

• Si el valor de  $S$  calculado es mayor o igual que el obtenido en la tabla, se dice que existe convergencia en la decisión y se aceptan los resultados como buenos.

### C. Un ejemplo de aplicación

Una empresa constructora necesita cubrir una plaza de ingeniero Principal e integra un grupo de cuatro expertos, para evaluar a tres candidatos. Para la evaluación y propuesta de selección deberán regirse por las siguientes bases:

	Factor de Ponderación
Años de experiencia como ingeniero	0,20
Años de experiencia en el sector de la construcción	0,40
Estudios de posgrado aprobados	0,15
Nivel de acceso del lugar de residencia a la empresa	0,10
Estado de salud (según examen médico)	0,10

Como puede apreciarse en este ejemplo, las bases para la evaluación son las cinco condiciones que aparecen anteriormente con sus correspondientes factores de ponderación, el número de expertos ( $m$ ) es 4 y el número de alternativas ( $N$ ) es 3.

Suponiendo que los cuatro expertos desarrollaron su trabajo individual y después de la primera etapa del trabajo en pequeños grupos se llegó a la tabla de expertos (tabla 4).

Para aplicar la prueba de subjetividad en este caso:

$$\sum \frac{R_j}{N} = \frac{11+4+9}{3} = 8$$

$$S = \sum (R_j - \frac{\sum R_j}{N})^2 = \sum (11-8)^2 + (4-8)^2 + (9-8)^2 = 26$$

$$W = \frac{S}{(\frac{1}{12})m^2(N^3 - N)} = \frac{26}{(\frac{1}{12})16(24)} = 0,81$$

Nombre de los expertos	Alternativas		
	A	B	C
1. Alberto Pérez	2	1	3
2. Juan González	3	1	2
3. María A. Domínguez	3	1	2
4. Rosa Montano	3	2	2
	11	4	9

El valor de  $S$  teórico para 4 expertos y 3 alternativas es 23,4 según la tabla 4 y como en este caso la  $S$  calculada es 26, se puede decir que existe concordancia entre las decisiones.

Después de realizar la prueba de subjetividad, es posible afirmar que de acuerdo con los expertos, el candidato A (con mayor puntuación en la tabla de expertos) es el recomendado.

Si la tabla de expertos hubiera presentado un acuerdo perfecto, el valor de  $S$  calculado hubiera sido máximo y  $W$  hubiera tomado el valor 1.

## SINOPSIS DE CASOS ESPECÍFICOS PARA ACOPLAR AL CASO MULTIPROPÓSITO

A continuación se presenta la sinopsis de casos específicos vinculadas a: Informática, Problemas Ambientales y Transferencia Tecnológica. La Selección de Recursos Humanos fue tratada anteriormente como ejemplo de aplicación.

### Informática

**Asignatura:** Automatización Industrial (cuarto curso de Informática).

**Tema:** Diseño de un Sistema de Control.

**Tarea específica:** Selección del controlador más adecuado y sus parámetros (por ejemplo, para un intercambiador de calor).

Partiendo del esquema de un proceso tecnológico:

- Seleccionar el tipo de controlador (algoritmo de control).

**Alternativas:** Distintos tipos de controladores.

**Condiciones ponderadas:** Variable a controlar, características de los instrumentos a utilizar en el sistema, objetivos del control a diseñar, aspectos económicos.

- Seleccionar métodos de ajuste del controlador.

**Alternativas:** Diferentes métodos.

**Condiciones ponderadas:** Variable a controlar, tipo de operación para controlar, orden del sistema a controlar, etcétera.

### Problemas Ambientales

**Asignatura:** Tratamiento de Agua y Aguas Residuales (tercer curso de Ingeniería Química).

**Tema:** Tratamiento de Residuales Líquidos.

**Tarea específica:** Selección del sistema de tratamiento para un residual líquido.

Partiendo de datos vinculados con un residual líquido a generar por una industria que incluyen flujo y composición.

- Seleccionar el sistema de tratamiento más adecuado.

**Alternativas:** Sistemas de tratamiento (laguna de oxidación, filtro biológico, sistema de lodos activados).

**Condiciones ponderadas:** Costo, flujo, composición, entorno, etcétera.

## Transferencia de Tecnologías

**Asignatura:** Transferencia Tecnológica (Maestría Gerencia de Ciencia e Innovación).

**Tema:** Evaluación de la Idoneidad de Tecnologías.

**Tarea específica:** Seleccionar las tecnologías más idóneas.

Partiendo de una oferta de varias tecnologías diseñadas para un propósito común.

- Seleccionar la tecnología más idónea.

**Alternativas:** Tecnologías ofertadas.

**Condiciones ponderadas:** Criterios económicos, sociales y ambientales (ahorro en el uso de gas combustible, nivel de contaminación ambiental, ahorro en el uso de energía eléctrica, generación de nuevas fuentes de empleo, etcétera).

## NOTAS PEDAGÓGICAS VINCULADAS

### AL CASO

Para la aplicación del caso multipropósito a diferentes esferas de la práctica humana, deben tenerse en cuenta las siguientes sugerencias:

1. El nivel de dificultad del caso es necesario determinarlo a partir de los textos específicos a los cuales responda, aunque su grado de dificultad conceptual (Y) será 2 o 3. Esto obliga a entregar el caso con anticipación a los alumnos para su preparación individual previa.

2. En la introducción a la solución del caso, el líder (instructor o facilitador) debe hacer un resumen de todos los pasos necesarios para la solución del mismo.

3. De forma individual, los participantes realizan todos los pasos señalados como **Acciones de solución individual**. El instructor puede aclarar las dudas que vayan surgiendo durante este proceso.

4. Se forman pequeños grupos de dos a cinco participantes para llevar a cabo la **Discusión en pequeños grupos**, durante la cual, primeramente se discuten los resultados sin ponderar y ponderados de todos los miembros del grupo que asumen el rol de expertos.

Concluida la discusión, se realizan colectivamente todos los pasos incluidos en **Acciones de selección colectiva por el grupo de expertos**, incluyendo la prueba estadística. El trabajo en pequeños grupos debe desarrollarse en un tiempo entre 30 y 60 minutos.

5. Concluido el trabajo en pequeños grupos, el facilitador inicia y dirige la discusión con todo el grupo, donde, entre otros, se deben analizar de forma interactiva los siguientes aspectos:

- Diferencias entre los pequeños grupos a la hora de seleccionar las alternativas idóneas.
- Definición en orden de prioridad con todo el grupo de las alternativas de mayor atractivo y análisis de las razones que más inciden en su idoneidad.
- Análisis de los factores de selección que no han podido evaluarse adecuadamente por falta de información, si es que existen.
- Resultados alcanzados con la aplicación de las pruebas estadísticas.

6. El líder de la discusión hará las conclusiones, destacando los principales resultados alcanzados, las posibilidades de extensión de este caso a otras situaciones. El trabajo de discusión con todo el grupo y las conclusiones deben desarrollarse en un tiempo de 60 minutos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El "Caso multipropósito para la evaluación y selección de alternativas basado en la decisión de expertos", puede ser utilizado para diferentes esferas de perfil ingeniero, situando a los estudiantes en un plano de toma de decisiones individuales y en pequeños grupos, asumiendo el rol de expertos, con evidentes ventajas en la motivación y el aprendizaje, suficientemente probados por la aplicación de la tecnología del método de los casos.

La novedad del trabajo radica en su carácter multipropósito que ha sido demostrado para decisiones vinculadas con Informática, Problemas Ambientales, Transferencia Tecnológica y Selección de Recursos Humanos y que puede ser aplicado en un espectro mucho mayor de tareas ingenieriles. ☒

## REFERENCIAS

1. **GARVIN, D.A.:** *Barriers and Gateways to Learning*, Education for Judgement, Harvard Business School, Boston Massachusetts, 1991.
2. **HANSEN, A. B.:** "Suggestions for Seminar Participants" *Teaching and the Case Method*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, USA. 1989.
3. **GRAGG, CH. I.:** "Teachers Also Must Learn", *Teaching and the Case Method*, Harvard Business School Press, Boston Massachusetts, 1940.
4. **WASSERMANN, S.:** "How I Taught Myself How to Teach" *Teaching and the Case Method*, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts, 1994.
5. **ERSKINE, J.A.; M. R. LEENDERS AND L. A. MAUFFETTE LEENDERS:** *Teaching with Cases*, Richard Ivey School of Business, The University of Western Ontario, Canada, 1998.
6. **QUESADA, R.A.:** "Introducción", Materiales del curso de posgrado: *El arte de aprender, enseñar y decidir con el método de los casos*, CENDA, Cuba, 2001.
7. **LINDER, M.:** "Writing Cases. Tips and Pointers", *Teaching and the Case Method*, Harvard Business School Press Boston, Massachusetts, USA, 1994.
8. **BEDARD, M.G.; ANIELLO, DELL' ET D. DESBIENS:** *La Méthode des Cas*, Gaetan Morin Editeur, Montreal Casablanca, Paris, 1991.
9. **HAFSI, J.:** *Escritura de casos un arte y un proceso*, Materiales del Taller del Congreso WACRA, Cáceres, España, 1999.
10. **QUESADA, R.A.:** "Caso no formal: Tecnología de la Escritura de Casos", Materiales del Curso de Posgrado: *El arte de aprender, enseñar y decidir con el método de los casos* CENDA, Cuba, 2001.
11. *Manual para Negociaciones de transferencia de tecnología* ONUDI, 1997.
12. **SIEGEL, S.:** *Estadística no Paramétrica*, Ed. Trillas, México 1974.

## ANEXO 1:

TABLA DE VALORES DE "S" PARA UN NIVEL DE SIGNIFICACIÓN DE 0,05<sup>12</sup>

TABLA					
Número de expertos (m)	Número de alternativas (N)				
	3	4	5	6	7
3	18,0	38,1	64,4	103,9	157,3
4	23,4	49,5	88,4	143,3	217,0
5	30,4	62,6	112,3	182,4	276,2
6	40,0	75,7	136,1	221,4	335,2
8	48,1	101,7	183,7	299,0	453,1
9	54,0	113,4	204,1	326,6	489,8
10	60,0	127,8	231,2	376,7	571,0
12	71,9	151,0	271,8	434,9	652,3
14	83,8	176,0	316,8	506,8	760,2
15	89,8	192,9	349,8	570,5	864,9
16	95,8	201,2	362,1	579,4	869,1
18	107,7	226,2	407,1	651,4	977,0
20	119,7	258,0	468,5	764,4	1 158,7

## MundiCampus

1er. Premio en Informática Educativa  
Feria Internacional de Informática, Automatización  
y Comunicaciones

La Habana, Cuba, 18-24 de febrero 2002

