

Modelos educativos alternativos para estudios de postgrado

VIOLETA PARODI DE CAMARGO
Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela

Trabajo presentado al X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Valencia, España
13-15 Septiembre, 2006

Abstract

The Universidad Metropolitana in Caracas, Venezuela is extending its activities to Puerto La Cruz, one of the main cities of the country. The adoption of a model for graduate studies adapted to the new educational center circumstances has caused some polemics at the university community. This document presents the analysis of the problem by the method of the Analytic Hierarchies of Saaty (1980) and the methods PROMETHEE (Brans, 1986). Three options were considered, (i) quarterly regimen with serial variable duration (12-48 hours) courses, (ii) quarterly regimen with serial constant duration (48 hours) courses and (iii) quarterly regimen with parallel constant duration (48 hours) courses. A fourteen criteria list to evaluate the alternatives was obtained thru interviews and questionnaires applied to professors and graduate students that knew closely the educational models proposed. The individual judgments on the relative importance of the criteria and the degree of fulfillment of the alternatives with relation to each criterion, was collected from a group of professors and graduate students of three universities of the country. Results obtained show that the alternative (i) occupies the first place of preference with a narrow margin over the alternative (iii). A sensibility analysis showed that small variations in the weights of the criteria related to the modernity of the model (-10%) and their acceptance by the university community (+10%), can invert the results.

Keywords: Educational models, Analytic Hierarchies, PROMETHEE.

Resumen

La Universidad Metropolitana en Caracas, Venezuela está extendiendo sus actividades a Puerto La Cruz, una de las principales ciudades del país. La adopción de un modelo para estudios de postgrado adaptado a las circunstancias del nuevo centro educativo, ha causado alguna polémica en la comunidad universitaria. Este documento presenta el análisis del problema utilizando el método de las Jerarquías Analíticas de Saaty (1980) y los métodos PROMETHEE (Brans, 1986). Se consideraron tres opciones, (i) régimen trimestral con cursos de duración variable (12-48 horas) en serie, (ii) régimen trimestral con cursos de duración constante (48 horas) en serie y (iii) régimen trimestral con cursos de duración constante (48 horas) en paralelo. Una lista con 14 criterios para evaluar las alternativas fue obtenida a través de entrevistas y cuestionarios aplicados a profesores y estudiantes de postgrado en Ingeniería que conocían de cerca las modalidades de estudio propuestas. Se recogieron los juicios individuales que sobre la importancia relativa de los criterios y el grado de cumplimiento de las alternativas con relación a cada criterio, expresó un grupo de profesores y estudiantes de postgrado de tres universidades del país. Los resultados obtenidos muestran que la alternativa (i) ocupa el primer lugar de preferencia con un estrecho margen sobre la alternativa (iii). Un análisis de sensibilidad mostró que variaciones pequeñas en los pesos de los criterios relativos a la vigencia del modelo (-10%) y a su aceptación por la comunidad universitaria (+10%), pueden invertir los resultados.

Palabras clave: Modelos educativos, Jerarquías Analíticas, PROMETHEE.

1. Introducción

La Universidad Metropolitana se funda en 1970 en Caracas, Venezuela por iniciativa del sector privado del país. Hoy en día, se extiende sobre un terreno de 100 hectáreas, cuenta con unos 500 profesores y recibe a unos 5000 estudiantes de los cuales unos 1800 cursan estudios de postgrado. La institución ofrece actualmente quince carreras a nivel de pregrado, diez programas de Especialización y ocho Maestrías. Adicionalmente ofrece variados programas de capacitación, profesionalización en servicio y actualización de conocimientos al sector público y privado del país. En estos momentos, sus ingresos provienen de las matrículas que cancelan los estudiantes, de cursos que se dictan a las empresas, de algunos espacios rentados; y eventualmente, de aportes para el desarrollo de proyectos concretos y previamente aprobados por instituciones que favorecen la investigación.

Recientemente, la Universidad Metropolitana extendió sus actividades de postgrado a Puerto La Cruz, una de las principales ciudades del oriente del país. La selección del modelo educativo bajo el cual se dictarían los diferentes planes de estudio causó alguna polémica en la comunidad universitaria. Este documento presenta el análisis del problema en sus diferentes aspectos, tomando como base los juicios recabados al respecto entre autoridades, coordinadores, profesores y estudiantes del sector universitario del país.

2. El problema

Los planes de estudio de postgrado que dicta la Universidad Metropolitana están dirigidos a profesionales que trabajan durante la semana. La gran mayoría de los cursos se dictan en forma presencial aunque la Universidad Metropolitana está empeñada y ha venido haciendo un esfuerzo importante para incorporar cursos semipresenciales y virtuales a la oferta universitaria. La plantilla de personal docente está conformada por profesores que en su gran mayoría son contratados por el número de horas que se estima se requieren sus servicios.

Los procesos administrativos de preinscripción y selección, inscripción, registro de calificaciones obtenidas por el estudiante, control y expediente académico; registro de pago de matrícula, evaluación del profesor e información diversa se llevan a cabo en forma automatizada.

Actualmente, las actividades docentes se desarrollan bajo el régimen académico de trimestres lectivos de 12 semanas de clases con una intensidad de 12 horas académicas por semana, en dos modalidades. La primera, acomoda tres materias en paralelo dentro de cada trimestre; cada asignatura tiene 48 horas de clases que se dictan para unos grupos los lunes y miércoles; y para otros, los martes y jueves entre 5:30 p.m. y 10 p.m. Al inicio del trimestre, cada profesor proporciona la bibliografía y el plan de curso. La forma de evaluar el aprovechamiento del estudiante a lo largo del trimestre depende del profesor, pero tiene en común que para cada asignatura hay un trabajo individual o realizado en equipo, o un examen que se presenta al final del trimestre. Este régimen de *materias en paralelo* es utilizado por el 90% de los Programas que ofrece el Decanato de Postgrado.

En la segunda modalidad, las asignaturas dentro de un trimestre se dictan en secuencia; esto es, solo se inicia un nuevo módulo de enseñanza cuando finaliza el anterior. La duración de cada módulo es variable y depende del contenido académico del mismo. Un módulo puede ser un taller de desarrollo de habilidades o fortalecimiento de valores éticos que dura 12 horas académicas; o una asignatura de 24 horas, 36 horas o 48 horas de clases. Los cursos se dictan los viernes a entre 5 p.m. y 9 p.m. y los sábados entre 8 a.m. y 4 p.m. Al inicio de cada trimestre al estudiante se le entrega el material de apoyo inmediato (fotocopias de láminas de

clases, discos con material para prácticas en el computador y otros) de las asignaturas que cursará. Cada profesor proporciona la bibliografía y el plan detallado de actividades de su curso. Los alumnos se agrupan en equipos para ejecutar los trabajos y realizar las exposiciones que asignan los profesores desde el primer día de clases. En general, la conformación de los equipos se mantiene a lo largo del Programa, La forma de evaluar el aprovechamiento del estudiante a lo largo del trimestre depende del profesor, pero tiene en común que hay un trabajo individual o realizado en equipo, o un examen que se presenta al finalizar cada asignatura. El régimen de *secuencia de módulos de enseñanza* es utilizado por un 10% de los Programas que ofrece el Decanato de Postgrado y por todos los programas de extensión que ofrece la Universidad.

Las autoridades universitarias han decidido adoptar el régimen de secuencia de módulos de enseñanza para la extensión de sus actividades de postgrado a Puerto La Cruz, ciudad que se encuentra a cuatro horas de Caracas, sede principal de la Universidad Metropolitana. La decisión causó alguna polémica en la comunidad universitaria, especialmente por parte de los defensores del régimen de materias en paralelo. Razones válidas se argumentaron de lado y lado.

3. Metodología de análisis

El análisis multicriterio de decisiones (MCDA, Multicriteria Decision Analysis) permite abordar el proceso de toma de una decisión entre diferentes vías de acción en una forma sistemática poniendo a la disposición de quién decide información organizada sobre los aspectos o factores que podrían afectar tal decisión.

Las modernas herramientas informáticas permiten el tratamiento sistemático de los juicios del decisor(es) sobre el grado de cumplimiento de los objetivos de cada criterio por parte de cada una de las diferentes alternativas. La síntesis de la información proporciona finalmente unos pocos indicadores que permiten el ordenamiento de acuerdo a su conveniencia, de las opciones planteadas.

Este documento presenta el estudio sistemático del problema planteado, utilizando para ello (i) el método de las Jerarquías Analíticas de Saaty (1980) y (ii) los métodos PROMETHEE presentados por Brans y colaboradores (1986). Las alternativas a considerar para el análisis del problema son las siguientes:

- S1** Régimen trimestral con *asignaturas de duración variable en serie*.
Duración/ asignatura → variable entre 12 y 48 horas académicas
- S2** Régimen trimestral con *tres asignaturas en serie* por trimestre.
Duración/ asignatura → constante = 48 horas académicas.
- P** Régimen trimestral con *tres asignaturas en paralelo* por trimestre.
Duración/ asignatura → constante = 48 horas académicas.

Las modalidades de funcionamiento planteadas están contempladas en la Normativa General de los Estudios de Postgrado para las Universidades e Institutos debidamente Autorizados por el Consejo Nacional de Universidades del país.

3.1 Análisis del problema por el método de Jerarquías Analíticas

El proceso de las Jerarquías Analíticas (AHP, Analytic Hierarchy Process) desarrollado por Thomas Saaty (1980) propone la estructuración del problema de decisión en un árbol jerárquico

donde el nivel superior es ocupado por el objetivo fundamental y los niveles intermedios son ocupados por los criterios y subcriterios que se utilizan para evaluar las alternativas planteadas las cuales ocupan el último nivel.

Una vez que la jerarquía ha sido estructurada debe establecerse la importancia relativa de los criterios en un nivel determinado con relación al nivel superior al cual están relacionados. Las comparaciones se hacen de dos en dos, entre los criterios del mismo nivel (o entre las alternativas en el último nivel) cuyo peso se intenta determinar; preguntándose en cada caso, cuánto más importante es el criterio *i* que el criterio *j*. En el cuadro que sigue, P_{ij} es el valor a adjudicar de acuerdo al resultado de cada comparación. En caso de que el criterio *j* sea más importante que el criterio *i*, el valor a asignar es el inverso.

P_{ij}	SIGNIFICADO
1	Se considera <i>igualmente</i> importante el criterio <i>i</i> que el criterio <i>j</i> .
3	Se considera <i>ligeramente más importante</i> el criterio <i>i</i> que el criterio <i>j</i> .
5	Se considera <i>bastante más importante</i> el criterio <i>i</i> que el criterio <i>j</i> .
7	Se considera <i>fuertemente más importante</i> el criterio <i>i</i> que el criterio <i>j</i> .
9	Se considera <i>absolutamente más importante</i> el criterio <i>i</i> que el criterio <i>j</i> .
2,4,6,8	Valores intermedios

Tabla 1. Importancia de los criterios. Método de las Jerarquías Analíticas

Cada criterio (o alternativa, en el último nivel) debe compararse con los otros criterios del mismo nivel relacionados al mismo criterio del nivel superior, hasta agotar todas las comparaciones posibles. Las comparaciones se inician en el nivel de las alternativas, se continúan con el nivel inmediatamente superior; y así sucesivamente hasta alcanzar el nivel más alto.

Los valores P_{ij} se acomodan en matrices de juicios, una para cada ronda de comparaciones binarias. Si el decisor es consistente se genera una matriz recíproca $[A]$ que cumple con la igualdad: $[A] [w] = n [w]$, donde $[w]$ es el vector de prioridades o pesos de los criterios $[w_1, w_2, \dots, w_n]$ y n la dimensión de la matriz. Si el decisor es no consistente se genera una matriz $[R]$ que es una perturbación de $[A]$ y que cumple con la igualdad: $[R] [w] = \lambda_{\max} [w]$, donde λ_{\max} es el autovalor dominante de la matriz de comparación y $[w]$ su autovector. Puede demostrarse que $\lambda_{\max} \geq n$, donde la igualdad significa consistencia perfecta. Finalmente, se define el coeficiente de inconsistencia, $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n-1)$ y la relación de inconsistencia, $RI = CI / CIA$; donde CIA es un promedio de los coeficientes de inconsistencia de una gran muestra de matrices cuyas entradas se escogen de forma aleatoria [4]. La experiencia sugiere que la relación de inconsistencia debe ser menor a 0.1 para que los resultados sean confiables.

Finalmente, el peso global asociado a cada criterio *i* se obtiene multiplicando su peso local w_i por el peso global del criterio superior al que esta relacionado. La suma de los pesos globales de cada alternativa con respecto a cada criterio proporciona la evaluación de cada alternativa.

3.1.1 Elección de los criterios

La tabla 1 es una lista jerarquizada de los criterios que se utilizarán para evaluar las alternativas planteadas. La lista es el producto de conversaciones y de encuestas aplicadas a autoridades, profesores y estudiantes que en su gran mayoría forman parte de la comunidad unimetana. También fueron recogidas las opiniones de algunos profesores y estudiantes de otras

universidades del país. Todas las personas consultadas conocen de cerca el funcionamiento de los modelos educativos alternativos propuestos. Se recogieron 26 encuestas cuyo contenido permitió eliminar o añadir criterios y reformular algunos de los objetivos incluidos en la lista original propuesta.

CRITERIO		OBJETIVO
C1	ADECUACION DEL MODELO EDUCATIVO A LOS TIEMPOS	<i>Maximizar</i> interdisciplinaridad y formación integral en los planes de estudio que demanda el mercado. Maximizar acceso a profesionales de otras regiones.
C1.1	PERTINENCIA DEL MODELO	<i>Maximizar</i> interdisciplinaridad y formación integral del estudiante sin alargar duración total del plan de estudio.
C1.2	COMPETENCIA DE PROFESORES	<i>Maximizar</i> posibilidad de contratar profesores de nivel académico y profesional reconocido.
C1.3	TRABAJO EN EQUIPO	<i>Maximizar</i> la facilidad para la formación de equipos de trabajo y para la interacción entre ellos.
C1.4	ALCANCE GEOGRAFICO	<i>Maximizar</i> posibilidad de acceso a estudiantes de otras regiones.
C2	ACEPTACIÓN DEL MODELO POR LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA	<i>Maximizar</i> aceptación del modelo educativo por parte de la comunidad universitaria.
C3	SATISFACCION DEL ESTUDIANTE	<i>Minimizar</i> presión sobre el estudiante sin reducir nivel de exigencia acostumbrado.
C3.1	USO DEL TIEMPO DE ESTUDIO	<i>Maximizar</i> uniformidad de perfil de dedicación al estudio a lo largo del trimestre.
C3.2	ASIMILACION DE CONOCIMIENTOS	<i>Maximizar</i> lapso para asimilación de conocimientos.
C3.3	INASISTENCIA A CLASES	<i>Minimizar</i> efecto de inasistencia a clases.
C3.4	INTERACCION CON EL PROFESOR	<i>Maximizar</i> tiempo y calidad del tiempo de interacción entre el profesor y el estudiante.
C4	EXIGENCIA AL PROFESOR	<i>Minimizar</i> presión sobre el profesor sin sacrificar cumplimiento de objetivos.
C4.1	PLANIFICACION DE ACTIVIDADES	<i>Minimizar</i> exigencia de planificación de actividades en aula para cumplir con los objetivos planteados.
C4.2	PERDIDA DE CLASES	<i>Minimizar</i> efecto de pérdida de clases por causa del profesor.
C5	RIESGO ECONOMICO	<i>Minimizar</i> riesgo económico.
C6	ESFUERZO DE GESTION	<i>Maximizar</i> simplificación de gestión de cada Programa sin afectar buen funcionamiento del mismo.
C6.1	ADMINISTRACION Y LOGISTICA	<i>Minimizar</i> exigencia administrativa y logística sin afectar el adecuado funcionamiento de los Programas.
C6.2	COMPATIBILIDAD CON SISTEMA AUTOMATIZADO EN RED	<i>Maximizar</i> compatibilidad con sistema automatizado de inscripciones, información al estudiante, introducción de calificaciones y evaluación de los profesores.

Tabla 2. Criterios para la evaluación

El código en la primera columna de la Tabla 2 corresponde a la estructuración de los criterios.

3.1.2 Estructura jerárquica para el problema

La figura 1 muestra la estructuración de criterios que se propone para el análisis del problema. Las alternativas ocupan el último nivel jerárquico representado a la derecha. En el nivel más alto se copia el enunciado del objetivo del análisis.

OBJETIVO : Seleccionar el mejor modelo educativo para los estudios de postgrado en la Universidad Metropolitana, Puerto La Cruz.

CRITERIOS NIVEL 1	CRITERIOS NIVEL 2		ALTERNATIVAS
ADECUACION DEL MODELO EDUCATIVO A LOS TIEMPOS	PERTINENCIA DEL MODELO COMPETENCIA DE PROFESORES TRABAJO EN EQUIPO ALCANCE GEOGRAFICO	S1	Régimen trimestral con <i>asignaturas de duración variable en serie</i> . Duración/ asignatura → variable entre 12 y 48 horas académicas
SATISFACCION DEL ESTUDIANTE	USO DEL TIEMPO DE ESTUDIO LAPSO PARA ASIMILACION DE CONOCIMIENTOS INASISTENCIA A CLASES INTERACCION CON EL PROFESOR	S2	Régimen trimestral con tres <i>asignaturas en serie</i> . Duración/ asignatura → constante = 48 horas académicas
EXIGENCIA AL PROFESOR	PLANIFICACION DE ACTIVIDADES PERDIDA DE CLASES	P	Régimen trimestral con tres <i>asignaturas en paralelo</i> . Duración/ asignatura → constante = 48 horas académicas
RIESGO ECONOMICO			
ESFUERZO DE GESTION	ADMINISTRACION Y LOGISTICA COMPATIBILIDAD CON SISTEMA AUTOMATIZADO EN RED		

Figura 1. Estructuración de los criterios para evaluación

3.1.3 Modelos educativos planteados

El cuadro que sigue es un resumen de las características de los modelos educativos alternativos planteados, relacionadas con cada uno de los criterios definidos para su evaluación.

C1. ADECUACION DEL MODELO A LOS TIEMPOS		
C1.1. PERTINENCIA ACADEMICA		
S1	<i>Adaptación del tiempo al contenido</i> → Cursos de duración variable entre 12 y 24 h de acuerdo a su exigencia programática. Favorece formación interdisciplinaria sin alargar duración total del Programa.	
S2	duración constante e igual a 48 horas de clases.	Tres asignaturas en serie por trimestre
P		Tres asignaturas en paralelo por trimestre
C1.2. COMPETENCIA DE PROFESORES		
S1	Estadía del profesor en el trimestre de acuerdo a la exigencia del curso → 1, 2, 3 o 4 semanas.	Acceso a profesionales de nivel reconocido con poco tiempo disponible y/o a profesores de otras regiones.
S2	Estadía del profesor en el trimestre → 4 semanas.	
P	Estadía del profesor en el trimestre igual a 12 semanas → Contratación de profesores del sitio.	

C1.3. TRABAJO EN EQUIPO	
S1, S2	Los equipos de trabajo se forman desde las asignaturas iniciales; y en general, mantienen su conformación a lo largo del Programa. La experiencia señala que, en general, existe sinergia entre los integrantes de cada equipo y buen entendimiento entre grupos.
P	Los equipos de trabajo se forman para cada asignatura. El estudiante entra en contacto con mayor número de personas y competencias.
C1.4. ALCANCE GEOGRAFICO	
S1, S2	Posibilidad de incorporar a estudiantes que residen en el sitio y en otras regiones del país
P	Posibilidad de incorporar a estudiantes que residen en el sitio donde se dictan las clases.
C2. ACEPTACIÓN DEL MODELO POR LA COMUNIDAD	
S1, S2	Cambio de modelo educativo que requiere ser validado por la comunidad universitaria.
P	Modelo tradicional, mayoritariamente aceptado por la comunidad universitaria.
C3. SATISFACCION DEL ESTUDIANTE	
C3.1. USO DEL TIEMPO DE ESTUDIO	
S1, S2	La atención del estudiante se concentra en una asignatura a la vez.
P	La atención del estudiante se distribuye en tres asignaturas al menos.
C3.2. LAPSO PARA ASIMILACIÓN DE CONOCIMIENTOS	
S1	Lapso para asimilación igual a la duración de la asignatura → un máximo de cuatro semanas.
S2	Lapso para asimilación igual a la duración de la asignatura → cuatro semanas.
P	Lapso para asimilación igual a la duración del trimestre → doce semanas.
C3.3. INASISTENCIA A CLASES	
S1	Pérdida de clases crítica, recuperación de clases obligatoria. En el mejor de los casos, la pérdida de una semana de clases representa un 25% de la asignatura (12/48 horas); y en el peor, la pérdida del curso y retraso en el plan de estudios, de acuerdo a nueva oportunidad para tomarlo.
S2	Efecto importante pero recuperable, de común acuerdo con el profesor.
P	En general, efecto menos importante.
C3.4. INTERACCION CON EL PROFESOR	
S1, S2	El profesor asiste a la Universidad dos veces cada semana por un lapso no mayor a cuatro semanas. Su estadía se extiende por 4 u 8 horas cada vez → Amplia oportunidad de interactuar con el profesor
P	El profesor asiste a la Universidad 2 veces cada semana por un lapso igual a doce semanas. Su estadía se extiende 2 horas cada vez → Consultas previa cita.
C4. EXIGENCIA AL PROFESOR	
C4.1. INTENSIDAD DEL CURSO	
S1, S2	Cursos intensivos→ Exigencia alta por un período corto de tiempo. Necesidad de una estricta planificación de contenidos a dictar y de actividades en clases.
P	Cursos regulares-→ Exigencia normal por un trimestre lectivo.
C4.2. PERDIDA DE CLASES	
S1, S2	Pérdida de clases crítica, recuperación de clases obligatoria. En el mejor de los casos, la pérdida de una semana de clases representa un 25% de la asignatura (12/48 horas).
P	Pérdida de clases no crítica, flexibilidad en la recuperación de clases por parte del profesor
C5. RIESGO ECONOMICO	
S1, S2	El estudiante pertenece a un grupo, de inicio a fin del Programa. Cupo cautivo para cada asignatura excepto para el primer trimestre → Funcionamiento por encima del punto de equilibrio.
P	Amplia red de asignaturas abiertas. Riesgo de no alcanzar el punto de equilibrio/asignatura.

	C6. ESFUERZO DE GESTION
	C6.1. ADMINISTRACION Y LOGISTICA
S1, S2	Exigencia logística muy alta (S1) o alta (S2). Necesidad de la planificación y seguimiento de actividades en aula, contratación, evaluación y pago de profesores. Apoyo administrativo UNIMET.
P	Exigencia logística baja. Apoyo oficinas administrativas UNIMET.
	C6.2. COMPATIBILIDAD CON EL SISTEMA AUTOMATIZADO EN RED
S1, S2	Compatibilidad forzada para inserción de notas en la red. Compatibilidad plena con otros procesos.
P	Compatibilidad plena con todos los procesos automatizados.

Tabla 3. Características de las alternativas para cada criterio

3.1.4 Importancia relativa de cada criterio y evaluación de las alternativas

Para determinar la importancia relativa de cada criterio; y posteriormente sus prioridades globales y las de las alternativas planteadas, se utilizó el paquete informático EXPERT CHOICE¹ basado en el método de las Jerarquías Analíticas de Saaty, antes descrito.

El programa realiza comparaciones binarias de los criterios en el nivel (n) asociados a un criterio dado en el nivel (n-1) hasta agotar todas las comparaciones posibles. La comparación se efectúa desde el último nivel (alternativas) hasta el nivel más alto, en base a los juicios que emita un grupo de evaluadores sobre la importancia relativa de los criterios o el grado de cumplimiento de los objetivos de los criterios por parte de las alternativas, con relación al criterio superior al que están asociados. Los juicios de cada evaluador traducidos a una escala 1-9 similar a la sugerida por Saaty (1980), constituyen la información de entrada al programa. El grupo evaluador fue conformado por cuatro profesores universitarios y cuatro estudiantes de postgrado pertenecientes a tres universidades del país.

3.1.5 Ordenamiento de las alternativas

La figura 2 presenta los pesos locales de cada uno de los criterios y subcriterios calculados por el EXPERT CHOICE¹. El peso global de cada criterio se obtiene multiplicando su peso local por el peso global del criterio superior al que está relacionado tal como se muestra en la misma figura.

	S1 0.354	S2 0.302	P 0.343	S1 > P > S2								
	ADECUACION A LOS TIEMPOS	ACEPT MODEL	SATISFACCION DEL ESTUDIANTE	EXIGENC. PROFES.	RIESGO	ESFUERZO GESTION						
Local	0.343	0.256	0.105	0.075	0.150	0.071						
Global	0.343	0.256	0.105	0.075	0.150	0.071						
	PA	CP	TE	AG	UT	AC	IC	IP	PAC	PC	AL	CS
Local	.378	.440	.066	.116	.271	.441	.189	.099	.724	.276	.736	.264
Global	.130	.150	.023	.040	.029	.046	.020	.010	.054	.021	.052	.019

Figura 2. Pesos locales y globales de los criterios y subcriterios planteados.

¹ Decision Support Software Inc., Pittsburg, Pa, USA

La suma de los pesos globales de cada alternativa (último nivel) con respecto a cada criterio proporciona su importancia relativa. En la parte superior de la figura 2 pueden leerse las importancias relativas (base = 1) de cada una de las tres alternativas propuestas. En base a ellas, la ordenación final de las alternativas es **S1 > P > S2**. Nótese que las evaluaciones de las alternativas S1 y P son muy cercanas.

3.2 Análisis del problema con el uso de los métodos PROMETHEE

Los métodos PROMETHEE (Brans et al., 1986) se basan en la estimación de índices de preferencia multicriterio de una alternativa sobre otra, si se comparan las opciones planteadas de dos en dos, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$C(x, x') = \frac{\sum w_j P_j(x, x')}{\sum w_j} \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, k \quad (1)$$

Donde $C(x, x')$ es el *índice de preferencia multicriterio* de la alternativa x sobre la alternativa x' ; $P_j(x, x')$ es una función de preferencia; y w_j es el peso del criterio j . La suma se efectúa solo sobre los criterios para los cuales x se considera superior a x' .

$P_j(x, x')$ es función de la diferencia $d_j = f_j(x) - f_j(x')$ de las evaluaciones respectivas de las alternativas x y x' con relación al criterio j . Brans [3] propone seis tipos de funciones directamente relacionadas a $P_j(x, x')$.

Los índices de preferencia pueden utilizarse para establecer un ordenamiento de las alternativas planteadas. Esta relación puede llevarse a un gráfico donde cada alternativa se representa por un nodo. Entre dos nodos x y x' puede haber dos líneas de flujo, una que sale de x con un valor $C(x, x')$ y otra que entra a x con un valor $C(x', x)$. Se definen las siguientes relaciones:

Flujo positivo $\Phi_i^+ = \sum C(X_i, X_j)$ para i diferente de j ; evalúa hasta que punto X_i sobreclasifica al resto de las alternativas.

Flujo negativo $\Phi_i^- = \sum C(X_j, X_i)$ para i diferente de j ; evalúa hasta que punto X_i es sobrecalificada por las otras alternativas.

Flujo neto $\Phi_i = \Phi_i^+ - \Phi_i^-$ es la diferencia de flujos que entran y salen de la alternativa X_i

PROMETHEE I: Mientras más alto sea el flujo positivo y más bajo el flujo negativo, mejor será la alternativa. Así,

X_i supera a X_j , si y sólo si:

$$\begin{aligned} \Phi_i^+ &> \Phi_j^+ \text{ y } \Phi_i^- < \Phi_j^- \\ \Phi_i^+ &> \Phi_j^+ \text{ y } \Phi_i^- = \Phi_j^- \\ \Phi_j^+ &= \Phi_i^+ \text{ y } \Phi_i^- < \Phi_j^- \end{aligned}$$

PROMETHEE II: X_i supera a X_j , si y sólo si: $\Phi_i > \Phi_j$

3.2.1 Criterios, función de preferencia y pesos para la evaluación de las alternativas.

Manteniendo la formulación del problema, se utilizó el paquete informático DECISION LAB² basado en los métodos PROMETHEE para el ordenamiento de las modalidades de estudio planteadas. A los criterios ubicados en el nivel más bajo de la estructura jerárquica propuesta para la solución del problema se le asignaron los respectivamente los pesos globales para ellos obtenidos por el EXPERT CHOICE. La tabla 5 presenta la lista de criterios utilizados para evaluar las alternativas y sus respectivos pesos globales. A cada criterio j se le asignó una

² 1998-2000 Visual Decision Inc.

función de preferencia $P_j(x, x') = F(\text{diferencia } d_j \text{ entre las evaluaciones de las alternativas } x \text{ y } x' \text{ con respecto al criterio } j)$. Toda vez que los juicios de los evaluadores sobre el grado de cumplimiento de los objetivos de los criterios por parte de las alternativas, se midieron en una escala 1-5 las diferencias, d_j , entre las evaluaciones de las alternativas oscilan entre 0 y 4. Por ello se asignó a cada uno de los criterios, una función de preferencia con forma en V y $p = 4$.

CRITERIO	PESO	FUNCION DE PREFERENCIA
Pertinencia académica	0.130	
Competencia de profesores	0.150	
Trabajo en equipo	0.023	
Alcance geográfico	0.040	
Aceptación del modelo	0.256	
Uso del tiempo	0.029	
Asimilación de conocimientos	0.046	
Inasistencia a clases	0.020	
Interacción con el profesor	0.010	
Planificación de actividades	0.054	
Pérdida de clases	0.021	
Riesgo económico	0.150	
Administración y logística	0.052	
Compatibilidad sistema -red	0.019	

Tabla 5. Criterios, función de preferencia y pesos para la evaluación de las alternativas. Método PROMETHEE.

El programa DECISION LAB permite agregar los juicios individuales del grupo evaluador insertando un “escenario” para recibir los juicios de cada participante, y luego integra la data suministrada. De esta forma, se insertaron ocho escenarios; uno para cada uno de los ocho evaluadores del grupo. El programa calcula el flujo positivo Φ_i^+ , el flujo negativo Φ_i^- y el flujo neto Φ_i para cada alternativa; y con base a los mismos, ordena las alternativas.

La figura 4 recoge los resultados obtenidos. En el recuadro izquierdo se presenta el ordenamiento las alternativas planteadas, que como puede observarse coincide con el obtenido con el DECISION LAB Los valores de los flujos positivo, negativo y neto que respaldan tal ordenamiento se incluyen en el recuadro derecho de la figura.

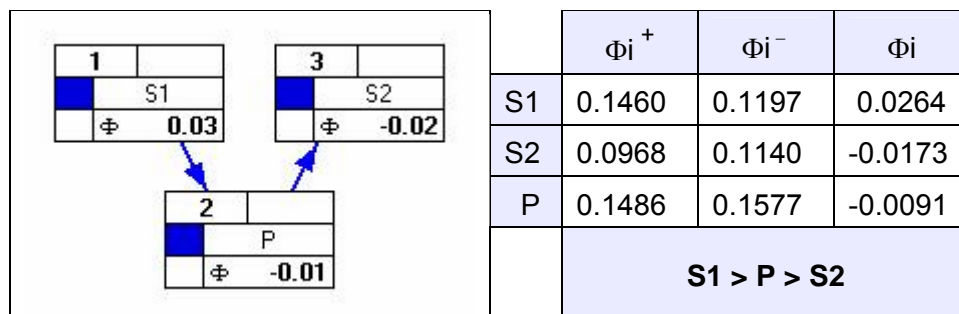


Figura 4. Resultados. Métodos PROMETHEE

4. Análisis de sensibilidad y conclusiones

Un análisis de sensibilidad puede llevarse a cabo repitiendo el ejercicio para tantos cambios en el vector de pesos de los criterios como se considere necesario hasta tener un panorama que permita sacar conclusiones sobre los resultados obtenidos.

La figura 3 es un ejemplo de los gráficos de sensibilidad que permite obtener el programa informático EXPERT CHOICE. Los gráficos corresponden a la data recolectada en relación al problema planteado y reflejan en diferentes formatos, la importancia relativa de los criterios de evaluación de las alternativas y el ordenamiento final de las mismas.

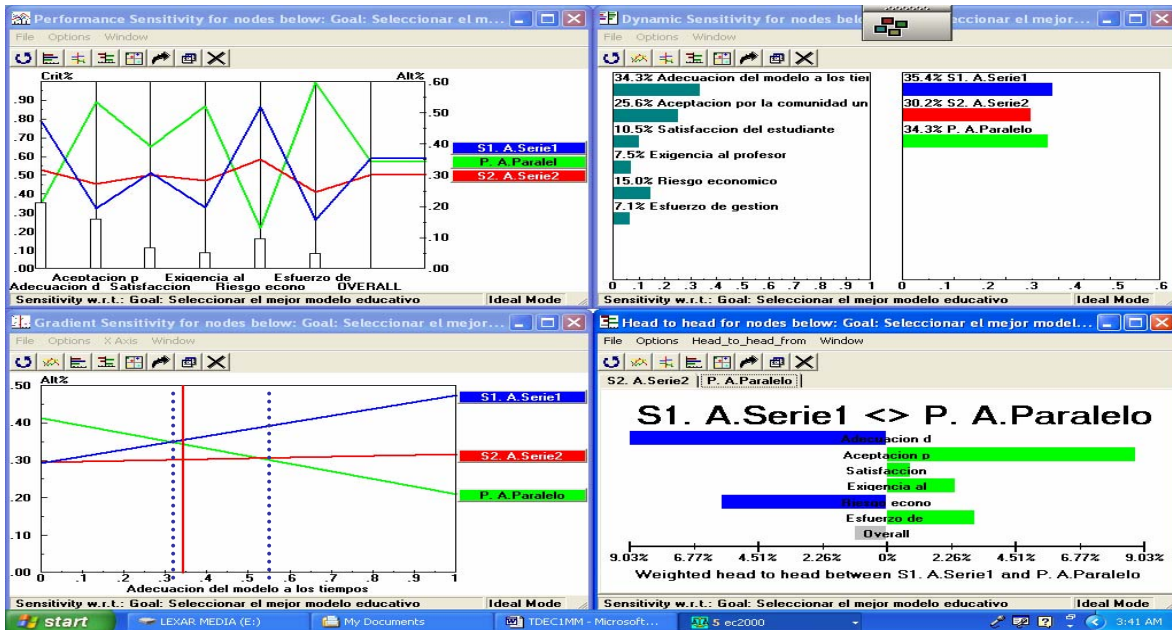


Figura 3. Gráficos de sensibilidad. EXPERT CHOICE

El recuadro inferior izquierdo de la figura anterior contiene un gráfico de sensibilidad para el *ordenamiento de las alternativas* ante cambios en el peso del criterio “adecuación del modelo a los tiempos”. La vertical en color rojo representa el caso base. Las verticales punteadas en azul permiten visualizar respectivamente la variación necesaria en el peso del criterio para alcanzar el punto de equilibrio entre S1 y P y entre S2 y P. Gráficos similares se obtuvieron para el resto de los criterios. El estudio de los resultados obtenidos, muestra que:

1. La alternativa S2 con características de ambas modalidades de estudio, S1 y P, tiene la última preferencia con relación a cada uno de los criterios. En todos los casos, solo una variación porcentual importante en el peso del criterio en el sentido que favorezca a S2, la colocaría en el segundo lugar de preferencia; luego el análisis debe centrarse en S1 y P.
2. Las evaluaciones de las alternativas S1 y P son muy cercanas. La tabla 4 muestra la variación porcentual necesaria en el peso de cada criterio para alcanzar el punto de equilibrio entre las alternativas S1 y P. A uno y otro lado de este punto, las preferencias son inversas.
3. La mayor importancia relativa corresponde a los criterios: Adecuación del Modelo a los Tiempos (34.3%), Aceptación del Modelo por la Comunidad Universitaria (25.6%) y Riesgo Económico (15%). Variaciones relativamente pequeñas en el peso de cualquiera de ellos modificarían el ordenamiento inicial. Se consideran críticos los dos primeros.

CRITERIO	Adecuación a los tiempos			Aceptación por comunidad			Riesgo económico		
PESO	34.3%			25.6%			15%		
	SI	%v	ENTONCES	SI	%v	ENTONCES	SI	%v	ENTONCES
	Peso > 31%		S1 > P	Peso > 28%		P > S1	Peso > 12%		S1 > P
	Peso = 31%	- 9.6	S1 = P	Peso = 28%	9.4	S1 = P	Peso = 12%	20.0	S1 = P
	Peso < 31%		P > S1	Peso < 28%		S1 > P	Peso < 12%		P > S1
CRITERIO	Satisfacción del estudiante			Exigencia al profesor			Esfuerzo de gestión		
PESO	10.5%			7.5%			7.1%		
	SI	%v	ENTONCES	SI	%v	ENTONCES	SI	%v	ENTONCES
	Peso > 22%		P > S1	Peso > 11%		P > S1	Peso > 10%		P > S1
	Peso = 22%	115	S1 = P	Peso = 11%	46.7	S1 = P	Peso = 10%	-40.8	S1 = P
	Peso < 22%		S1 < P	Peso < 11%		S1 > P	Peso < 10%		S1 > P

Tabla 4. Análisis de sensibilidad de los resultados

4. El ordenamiento final $S1 > P$ puede entonces variar fácilmente. Si el evaluador da mayor importancia al criterio “adecuación del modelo a los tiempos” favorecerá a S1; si por el contrario se lo da a “aceptación del modelo por la comunidad universitaria”, favorecerá a P.

En conclusión, el modelo S1 definido como *régimen trimestral con asignaturas de duración variable en serie* resultó ligeramente favorecido frente al modelo P definido como *régimen trimestral con asignaturas de duración constante (48 h) dictadas en paralelo*. Sin embargo, variaciones pequeñas en el peso de los criterios “adecuación del modelo a los tiempos” (-10%) y “aceptación del modelo por la comunidad universitaria” (+10%) que resultaron con la importancia relativa más alta, podrían invertir los resultados. El modelo S2 definido como *régimen trimestral con asignaturas de duración constante en serie*, recibió una valuación inferior.

A plazo más largo, el escenario puede estar caracterizado por una mayor aceptación del modelo S1 frente a P por la comunidad universitaria, el mejoramiento del sistema automatizado, un mejor manejo del modelo S1 por parte de los profesores y el agotamiento paulatino de la demanda por un plan de estudios determinado. Estas características se traducirían respectivamente en una disminución de la importancia de los criterios “aceptación por la comunidad”, “esfuerzo de gestión” y “exigencia al profesor” y en un incremento de la importancia del criterio “riesgo económico”; e incluso, en la variación en la misma dirección, de la importancia relativa de estos criterios. Todos estos movimientos favorecen a la alternativa S1.

En base al análisis realizado, la decisión de las autoridades de seleccionar el modelo de secuencia de módulos de enseñanza para la extensión de las actividades de postgrado de la Universidad Metropolitana a Puerto La Cruz, luce adecuada. Aún cuando el estudio se motivó en la polémica causada por esta decisión, la amplitud que se intentó dar a los criterios utilizados en el análisis del problema permite generalizar sus resultados a los planes del Postgrado en su totalidad. En tal sentido, parece razonable como estrategia mantener los diferentes planes de estudio en las modalidades que se dictan actualmente e ir incorporando paulatinamente y de acuerdo al área de estudio, nuevos Programas de estudio en la modalidad S1.

Referencias

- [1] Aragonés P. y García M., *Toma de Decisiones en Proyectos*, Universidad Politécnica de Valencia, España, 2005.
- [2] Barba S. y Pomerol J.Ch., *Decisiones Multicriterio. Fundamentos Teóricos y Utilización Práctica*, Colección de Economía, Universidad de Alcalá, España, 1997.

- [3] Brans J.P., Vincke Ph. Y Mareschal B. "How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method", *European Journal of Operational Research* 24 (1986) 228-238, North Holland.
- [4] Shtub A., Bard J. y Globerson S., *Project Management. Engineering Technology and Implementation*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1994.

Correspondencia

Violeta Parodi de Camargo. Facultad de Ingeniería, Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela.
e-mail: vcamargo@unimet.edu.ve Teléfono : (58212) 2403587 Fax: (58212) 9861779