

Implementación de Sistemas de Soporte de Decisión en Universidades: La Estructuración y Modelización de Problemas de Objetivos Múltiples

Guadalupe Pascal¹, Julián E. Tornillo¹, Zulma Torres¹, and Andrés Redchuk¹

¹ Instituto de Investigaciones en Tecnología y Educación, Centro Asociado CIC, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Lomas de Zamora
guadapascal@gmail.com
julianeloytornillo@gmail.com
torreszulm@hotmail.com
andresredchuk@gmail.com

Abstract. En la actualidad, se ha aceptado globalmente la transformación de las Universidades en ámbitos cada vez más complejos. Las problemáticas más usuales son la deserción (abandono de los estudios universitarios) y el desgranamiento (desvío en la duración de las carreras), ambas reconocidas como estados antieconómicos para el Sistema Universitario. Estas problemáticas, de gran impacto en la sociedad, se caracterizan por ser problemas complejos causados por la coexistencia de varias fuentes de incertidumbre, varios interesados, varios objetivos, varias posibilidades de acción y diversas consecuencias. En efecto, resulta necesario contar con sistemas de apoyo a la toma de decisiones capaces de ofrecer soluciones eficientes, generar conocimiento y eliminar la incertidumbre ante la presentación de un problema. El presente trabajo parte de la explotación de la Plataforma de Business Intelligence de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora y muestra los resultados preliminares del proceso de optimización de la selección de cursos para la apertura de períodos extracurriculares.

Keywords. Universidades – Estructuración de Problemas - Decisiones Múltiples.

1 Introducción

En estos tiempos, las universidades se han convertido en ámbitos cada vez más complejos. Las problemáticas de la deserción y el desgranamiento, entendidas como el abandono y el alargamiento de las carreras respectivamente, son estados antieconómicos para el Sistema Universitario. Así mismo, estos problemas generan nuevas situaciones críticas ya que impiden la transferencia de profesionales desde la Universidad hacia la Sociedad, lo cual debilita el tejido productivo y social. En consecuencia, la desaceleración o disminución de la tasa de egreso de las

Universidades es entendida como una amenaza para el desarrollo de la región de influencia de la Unidad Académica.

En efecto, resulta necesario contar con sistemas de apoyo a la toma de decisiones capaces de ofrecer soluciones eficientes; para lo cual es necesario generar conocimiento y disminuir la incertidumbre ante la presentación de un problema.

Dentro de los sistemas de ayuda a la toma de decisiones, una de las técnicas más importantes es el Análisis de las Decisiones. El objetivo es ayudar al decisor a enfrentarse a problemas complejos causados por la coexistencia de varias fuentes de incertidumbre, varios interesados, varios objetivos, varias posibilidades de acción y diversas consecuencias. [1]

Otra técnica importante dentro de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones es la Inteligencia de Negocios (BI). Se denomina así, en cualquier industria o sector económico, al conjunto de metodologías que permiten agrupar, depurar y transformar los datos para dar soporte a los procesos de generación de información. Aunque el conocimiento que se requiere no puede ser obtenido de manera directa a partir de los software utilizados [2], las soluciones BI disponen de múltiples técnicas para analizar datos, interpretar resultados actuales y mejorar decisiones potenciales. En esta oportunidad, se aprovecharán éstas técnicas como insumo para trabajar en el Análisis de las Decisiones.

El objetivo rector de la investigación consiste en aumentar la calidad educativa de las Universidades mediante la estructuración y modelización de procesos de toma de decisiones en la gestión académica.

En particular, el objetivo es proveer a las Universidades un modelo para la selección de asignaturas potenciales a ofrecerse en periodos extraordinarios, con el fin de incorporar nuevos ciclos lectivos, garantizando los estándares educativos y la optimización de recursos.

Para el desarrollo de la investigación se ha tomado como caso de estudio la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora (FI-UNLZ). El curso lectivo extraordinario (comúnmente llamado Curso de Verano) es un tipo de oferta académica conformada por asignaturas correspondientes al plan de estudios de las carreras de la FI-UNLZ bajo una modalidad presencial e intensiva, durante los dos meses del receso académico.

Esto quiere decir que el alumno tiene como alternativa cursar en los meses de febrero y marzo una asignatura que, en condiciones ordinarias, se dicta durante todo un cuatrimestre (abril-julio o septiembre-diciembre). En efecto, las asignaturas deben duplicar o triplicar su carga horaria semanal en caso de ser ofertadas en el curso lectivo extraordinario. Este tipo de decisiones se toman con el objetivo de brindar alternativas a los alumnos respecto a la planificación ad-hoc del plan de estudios y, de esta manera, reducir el fenómeno de desgranamiento.

Actualmente el proceso para la selección de las asignaturas de dicha oferta académica carece de sistematización y objetividad. Un estudio reciente comparativo entre el desempeño del ciclo lectivo extraordinario y el ciclo lectivo ordinario ha

demostrado que la combinación de asignaturas no resulta óptima. En algunos casos se aprecia la ausencia de criterios de selección. En la Fig. 1 se observa el caso de la asignatura Procesos Industriales, donde el promedio de inscriptos en el periodo 2007-2015 es de 7,5 alumnos; con un desvío estándar de 6,3.

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	0	0	6	4	8	9	5	8	11
COMPUTACION PARA INGENIEROS	0	0	0	6	0	0	0	2	0
ELECTRONICA	0	0	2	5	0	0	0	15	0
HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO	0	2	0	2	8	9	15	10	17
INGENIERIA DE CALIDAD	0	0	2	0	2	4	5	11	14
INGLES	0	55	0	0	88	45	75	60	64
INTRODUCCION A LA INGENIERIA	0	2	51	42	35	26	35	24	36
INVESTIGACION OPERATIVA	0	0	0	0	0	7	11	0	13
LENGUAJES DE PROGRAMACION	0	0	0	0	0	0	6	4	0
PROBABILIDAD Y ESTADISTICA	11	57	109	135	135	80	95	0	78
PROCESOS INDUSTRIALES	0	0	0	3	4	5	9	21	3
PROCESOS LOGICOS	0	0	0	0	0	46	55	109	45
TERMODINAMICA	6	11	50	46	65	57	58	57	66
TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA	0	0	3	0	8	7	7	9	3

Fig. 1: Cantidad de inscriptos a los cursos lectivos extraordinarios 2007-2015

En otros casos se observa que la cantidad de inscripciones al curso lectivo extraordinario es inferior al 15% del total de inscripciones anuales de dicha asignatura, factor relevante para evaluar la demanda de la misma. En la Fig. 2 se evidencia este fenómeno en la asignatura Inglés, donde la cantidad de inscriptos en el ciclo lectivo ordinario es de 215 y 501 alumnos en cada uno de los semestres, mientras que en el curso lectivo extraordinario es de 64 alumnos; dando como resultado una proporción significativamente menor al 15%.

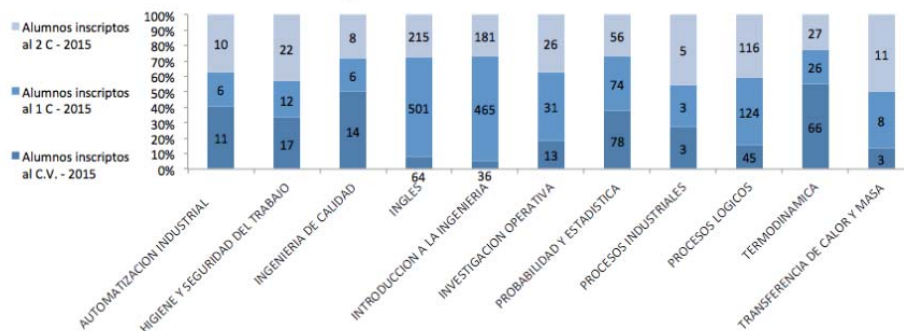


Fig. 2: Cantidad de inscriptos a los ciclos lectivos del año 2015 por asignatura.

Por otro lado, hay asignaturas en donde se demuestra que el rendimiento académico en el curso lectivo extraordinario es inferior al del curso lectivo obligatorio, factor posiblemente asociado a la inadecuación pedagógica de la asignatura a la modalidad intensiva. En la Fig. 3, en las asignaturas Termodinámica y Transferencia de Calor y Masa, se muestra este escenario indeseado. Cabe aclarar que el rendimiento académico en este caso está expresado como la relación entre: “la cantidad de

alumnos que cumplen con los requisitos de asistencia y aprobación” sobre “la cantidad total de alumnos inscriptos” (regularización sin ausentes).

	C.V. - 2015		1 C - 2015		2 C - 2015	
	% Reg.	% Reg. sin Ausentes	% Reg.	% Reg. sin Ausentes	% Reg.	% Reg. sin Ausentes
AUTOMATIZACION INDUSTRIAL	91%	100%	83%	83%	50%	100%
HIGIENE Y SEGURIDAD DEL TRABAJO	71%	100%	100%	100%	77%	100%
INGENIERIA DE CALIDAD	86%	100%	100%	100%	63%	100%
INGLES	66%	100%	40%	100%	35%	99%
INTRODUCCION A LA INGENIERIA	75%	100%	56%	82%	33%	33%
INVESTIGACION OPERATIVA	69%	69%	71%	71%	46%	46%
PROBABILIDAD Y ESTADISTICA	50%	87%	32%	89%	27%	83%
PROCESOS INDUSTRIALES	100%	100%				
PROCESOS LOGICOS	51%	85%	36%	96%	28%	70%
TEC. DE FABRICACION Y PROC. UNITARIOS			67%	100%	100%	100%
TERMODINAMICA	52%	79%	81%	91%	85%	96%
TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA	33%	50%	75%	100%	82%	100%

Fig. 3: Rendimiento académico de los cursos lectivos del año 2015 por asignatura.

Con lo expuesto, se demuestra la necesidad de proveer a las Universidades una metodología para fundamentar la selección de asignaturas potenciales a dictarse en los cursos lectivos extraordinarios; y de esta manera garantizar la optimización de los recursos y la satisfacción de todos los interesados en los procesos de las Universidades.

2 Metodología

“En un mundo incierto como el actual, hasta las buenas decisiones pueden conducir a malos resultados. El Análisis de Decisiones es una disciplina surgida de la teoría a la práctica y expresa la decisión en términos cuantitativos” [3].

El Análisis de Decisiones permite crear de forma estructurada modelos de problemas reales y analizarlos con el fin de mejorar la calidad de las decisiones resultantes. Para ello, se debe estructurar el contexto y modelizar las creencias y las preferencias. En la Fig. 4 se observa el Ciclo de Análisis de Decisiones [4].

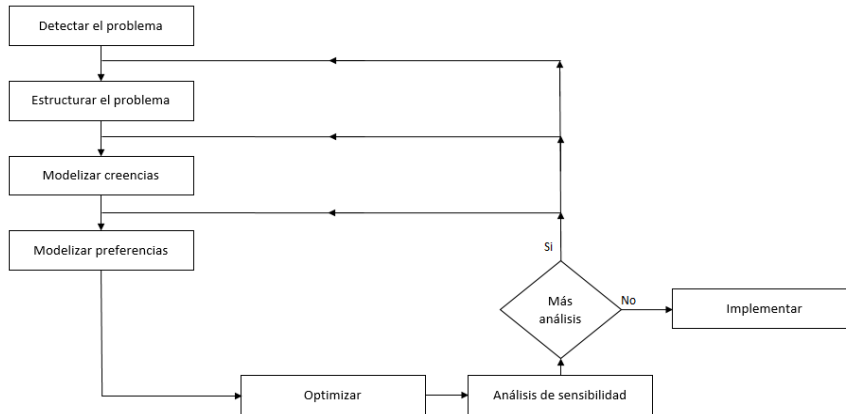


Fig. 4: Ciclo de análisis de las decisiones.

Con el objetivo de elaborar dicho modelo se utilizarán algunas herramientas del Análisis de las Decisiones. Inicialmente se trabajará con los Diagramas de Influencia (DI) para la estructuración de problemas. Estos diagramas son una representación gráfica de la dependencia probabilística que existe entre los escenarios posibles y las acciones de quienes deben tomar las decisiones. De esta manera, cada escenario (con incertidumbre o riesgo) y cada acción (alternativas del decisor) generarán consecuencias que se desean optimizar (funciones de valor o utilidad). Los DI son redes acíclicas dirigidas que modelizan el problema de toma de decisiones a través de nodos que representan las incertidumbres, las alternativas y las consecuencias. Estas redes poseen memoria; es decir, todos los nodos están conectados al menos a una decisión o una consecuencia. Su representación se realiza mediante símbolos. Las incertidumbres se reconocen con círculos, las decisiones o alternativas mediante rectángulos y las consecuencias o funciones de valor mediante hexágonos. La principal ventaja de los DI, frente a otras técnicas gráficas para simplificar los problemas de decisión, es su controlado crecimiento (no exponencial). Sin embargo, dependiendo de los contextos, los DI pueden convertir problemas asimétricos en simétricos. [5]

En segunda instancia, se trabajará con las técnicas de extracción y procesamiento de datos desde el Data Warehouse de la Unidad Académica para la Modelización de las Creencias.

Finalmente, se implementarán de dos software de código abierto para las instancias de Modelización de las Preferencias y Optimización del Ciclo de Análisis de las Decisiones.

3 Implementación

3.1 Descripción del problema

Con el objetivo de desarrollar una metodología para fundamentar la selección de asignaturas potenciales a dictarse en los cursos lectivos extraordinarios considerando los requerimientos ya explicados se tomará como caso de estudio las carreras dictadas en la FI-UNLZ. Con la finalidad de diseñar el problema de toma de decisiones se seleccionó la asignatura Investigación Operativa (IO). Es decir, la alternativa del decisor será “Ofrecer” o “No Ofrecer” la “Asignatura X” (en este caso inicial IO) en el curso lectivo extraordinario. Por lo tanto, la propuesta metodológica que a continuación se ofrece conformaría solo una parte de la solución al problema de selección de asignaturas para el Curso de Verano. Cabe destacar que la selección arbitraria de IO no requiere una interpretación contextual.

Para contextualizar el problema se abordan las siguientes dimensiones: decisiones, objetivos conflictivos, factores de incertidumbre, grupos afectados, expertos y decisores. En la Tabla 1 se muestra dicha contextualización.

Tabla 1. Contextualización del problema

Decisiones	-Incluir o no la asignatura en la oferta académica del curso lectivo extraordinario
Objetivos conflictivos	-Mejorar el rendimiento académico de los alumnos -Optimizar el uso de los recursos presupuestarios del curso lectivo extraordinario -Garantizar la satisfacción de los alumnos
Factores de Incertidumbre	-Preferencia de los alumnos con respecto a la asignatura para ser cursada en el curso lectivo extraordinario -Cantidad de inscriptos -Disponibilidad presupuestaria -Adecuación metodológica - Rendimiento académico de las carreras de la FI-UNLZ - Tasa de desgranamiento - Tasa de Regularidad sin ausentes
Decisores	-Decano -Secretario académico
Expertos	-Consejo Académico
Grupo Afectado	-Secretaría Económica Financiera -Secretaría General -Docentes -Alumnos -Personal de apoyo

3.2 Estructuración del Problema

Para la estructuración del problema se trabaja con el software GeNIe, el cual evidencia ventajas significativas al momento de diagramar objetivos múltiples.

En la Fig. 5 se presenta la estructuración del problema, también reconocida como la modelización cualitativa. Se observan en él todos los componentes descritos en el punto 3.1

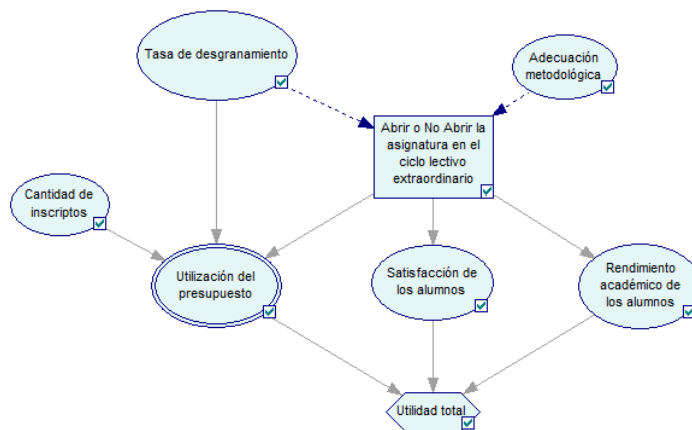


Fig. 5: Diagrama de influencia del problema

3.3 Modelización de creencias

Para la modelización de las creencias se asignan probabilidades a cada uno de los nodos de azar o incertidumbre. Para ello, se trabaja articuladamente con el Área Gestión de la Información de la FI-UNLZ, quienes llevan adelante el Proyecto BI de la Unidad Académica.

El BI se compone de varias tecnologías, algunas de ellas son: Data Warehouse, Reportes (Reporting), Análisis OLAP, Análisis visual, Minería de datos, Tableros de control (Dashboard), y la plataforma de BI propiamente dicha. Actualmente la FI-UNLZ cuenta con Pentaho Community, reconocida como la Suite de Business Intelligence Líder del mercado BI Open Source nacional e internacional.

A partir de la información recogida desde Pentaho, la validación de los grupos afectados y la opinión de los expertos se hallan los valores probabilísticos necesarios.

Tasa de desgranamiento

La tasa de desgranamiento resulta la relación entre la cantidad de alumnos que abandonan la asignatura sobre la cantidad total de alumnos inscriptos a la cursada.

Para trabajar sobre la incertidumbre de dicha variable es necesario establecer el valor de criticidad del indicador.

Se establece como tasa de desgranamiento aceptable menor al 35,2%, por considerarse la tasa de desgranamiento media de todas las carreras de la FI-UNLZ en la evolución 2012-2016.

En la Fig. 6 se observa la Tasa de Desgranamiento de los últimos 4 años para la asignatura Investigación Operativa.

Por Año Académico	Cuatrimestre	% Desgranamiento de Cursada
2013	1	33.33 %
	2	23.08 %
	3	18.18 %
2014	1	28.57 %
	2	0.00 %
2015	1	0.00 %
	2	0.00 %
	3	30.77 %
2016	1	46.43 %
	2	29.63 %
	3	0.00 %

Fig. 6: Tasa de desgranamiento de la asignatura Investigación Operativa 2013-2016.

Por lo tanto, se establece que la probabilidad de que la tasa de desgranamiento de IO sea alta es de 0,09.

Adecuación de la asignatura a la modalidad

Para determinar las probabilidades, se adopta que el 60% de las materias incurridas en las carreras de Ingeniería dictadas en la FI-UNLZ se pueden desarrollar en la modalidad intensiva durante los meses febrero y marzo, debido a la naturaleza pedagógica y su potencial desarrollo mediante clases tipo taller.

Cantidad de inscriptos

El Consejo Académico de la FI-UNLZ define como porcentaje admisible de inscriptos el 15% de las inscripciones anuales de cada asignatura. Según el histórico 2012-2016, la probabilidad de que la asignatura IO demuestre alta demanda en el curso lectivo extraordinario es del 0,67.

En la Fig. 7 se muestra la modelización de las creencias para los nodos de azar explicados.

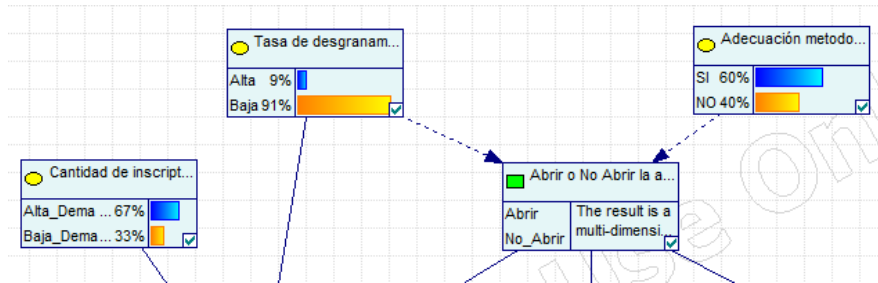


Fig. 7: Modelización de las creencias en GeNIE: “Tasa de desgranamiento”, “Adecuación metodológica” y “Cantidad de Inscriptos”.

Utilización del presupuesto

Mediante un nodo determinístico se modelizan los posibles escenarios respecto a la utilización del presupuesto. Para ello se analiza la Tasa de Desgranamiento, la Cantidad de Inscriptos y la decisión de apertura (o no) de la asignatura en el curso lectivo extraordinario. La combinación de éstas da lugar a una utilización “óptima”, “aceptable” o “no recomendable” del presupuesto. En la Fig. 8 se muestra la modelización de las creencias en el nodo determinístico de la utilización del presupuesto.

Tasa de desgranam...	Alta				Baja			
	Alta_Demanda		Baja_Demanda		Alta_Demanda		Baja_Demanda	
Cantidad de inscriptos	Abrir	No_Abrir	Abrir	No_Abrir	Abrir	No_Abrir	Abrir	No_Abrir
Abrir o No Abrir la as...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Optima	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Aceptable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No_recomendable	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fig. 8: Modelización de las creencias en GeNIE: “Utilización del Presupuesto”.

3.4 Modelización de preferencias

Para modelizar las preferencias se deben otorgar probabilidades a los objetivos. Teniendo en cuenta los criterios que influyen sobre la utilidad en la decisión final, se define como objetivo general aquel que:

- Maximice la satisfacción de los alumnos.

- Maximice el rendimiento académico
- Minimice la utilización del presupuesto

A continuación, se explica el desarrollo para alcanzar la modelización de cada objetivo.

Utilización del presupuesto:

Este objetivo es cuantificable y presenta una unidad de medida reconocible (cantidad de designaciones). La medida es una variable continua la cual se discretiza mediante intervalos. Se entiende que a menor utilización del presupuesto, mayor utilidad tendrá el objetivo.

Satisfacción de los alumnos:

Este objetivo no es cuantificable directamente, por lo tanto para modelizarlo se deben buscar sub objetivos que sean medibles en escalas numéricas, o bien, comparables con las alternativas del problema. En este caso, son todas medibles en escala numérica.

- Continuidad: Cantidad de años en los que se ofertó la asignatura en los últimos 9 años, lo cual se puede discretizar en posibles valores mediante intervalos. Se entiende que a mayor número de años, mayor utilidad tendrá el objetivo.
- Criticidad: Cantidad de asignaturas que dependen de ella. Por lo tanto, a mayor número de asignaturas se entiende que el objetivo tendrá mayor utilidad ya que el alumno advierte esta asignatura como una potencial restricción para el desarrollo de la carrera.

Rendimiento académico de los alumnos:

Este objetivo tampoco es cuantificable directamente. Por ello se trabaja con la tasa de Regularización.

- Tasa de Regularización: La tasa de regularización resulta la relación entre la cantidad de alumnos aprobados en la cursada sobre la cantidad total de inscripciones a la cursada.

Por lo tanto se evidencia un problema de decisión multi-criterio, es decir, de objetivos conflictivos que requieren ser ordenados jerárquicamente. Para ello, se trabaja con el software WebHIPRE. En la Fig. 9 se puede reconocer el objetivo total, los tres subjetivos, los criterios de medición de cada uno de ellos y las alternativas.

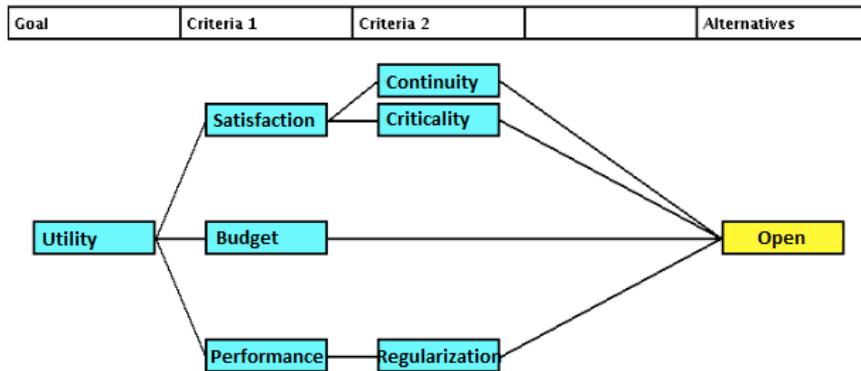


Fig. 9: Jerarquización de objetivos en WebHIPRE

Con el objetivo de determinar los pesos relativos a los criterios especificados modelizar las preferencias se trabaja con el Software GMAA. En la Fig. 10 se observa que el criterio de mayor peso es “Presupuesto”.

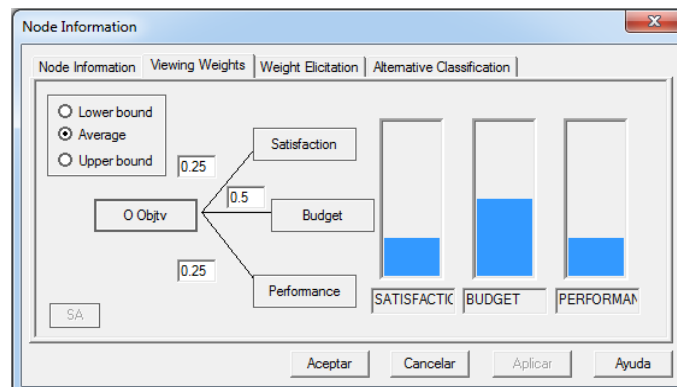


Fig. 10: Asignación de pesos relativos en GMAA.

Luego, se trabaja con cada uno de los sub-objetivos y objetivos cuantificables. Para identificar las probabilidades necesarias se utiliza nuevamente la información recogida desde Pentaho, la valoración de los grupos afectados y la opinión de los expertos.

Para el objetivo cuantificable “Críticidad”, se establece un rango desde 0 hasta 7 correlativas (número máximo de asignaturas dependientes), por lo tanto a mayor críticidad mayor utilidad tendrá el objetivo. Mediante el Método de Equivalencia en Certidumbre y Equivalencia en Probabilidad (CE/PE) del Software GMAA se obtiene el valor de utilidad para cada escenario posible. En la Fig. 11, se observa la gráfica de la modelización de este objetivo.

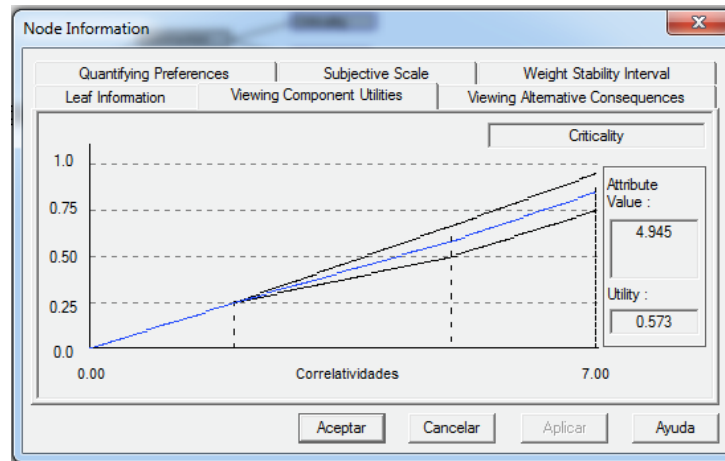


Fig. 11: Modelización de las preferencias para “Criticalidad” en GMAA

Análogamente se trabaja para la Continuidad, Presupuesto, Regularización. Para finalizar la etapa de Modelización de Preferencias, se cargan las funciones de utilidad y valor obtenidas en GMAA. Es decir, se ingresan los valores que surgen de discretizar las funciones de valor en los nodos del DI. En la Fig. 12 se observan, por ejemplo, los valores ingresados para “Criticalidad” obtenidos en GMAA.

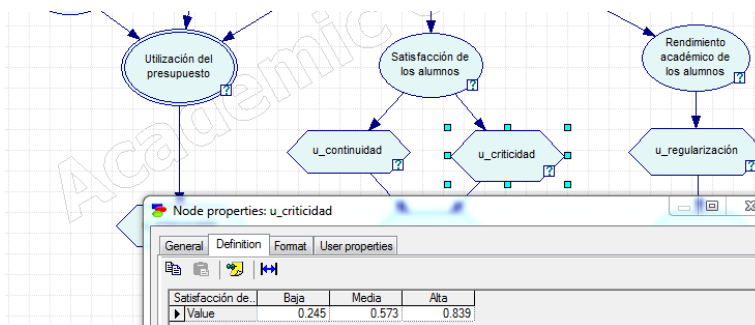


Fig. 12: Ingreso de preferencias obtenidas en GMAA

4 Resultados

4.1. Nueva estructura del DI

El primer resultado obtenido corresponde al diagrama de influencia resultante de la reestructuración de los objetivos, contemplando los sub objetivos y los criterios para cuantificarlos. En la Fig. 13 se muestra el nuevo DI.

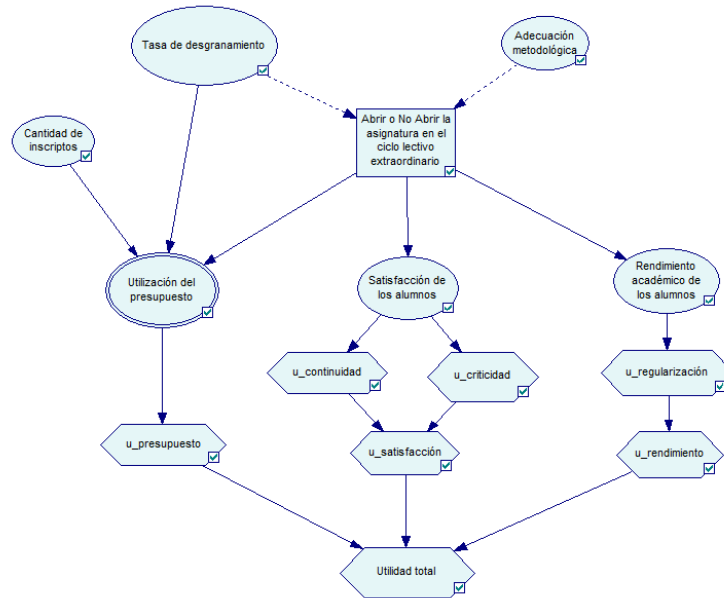


Fig. 13: Reestructuración del diagrama de influencia en GeNie

4.2. Optimización

Una vez reestructurado el DI según la jerarquización de los objetivos, se cargan las funciones de valor obtenidas en GMAA y se ejecuta GeNie. En la Fig. 14 se observa el resultado de la Utilidad.

Node properties: Utilidad total

General Definition Format User properties Value

Expected utilities for different policies:

Tasa de desgr...	Alta		Baja	
Abrir o No Abrir...	Abrir	No_Abrir	Abrir	No_Abrir
Exp. utility	0.7132875	0.31134	0.4647025	0.517255

Fig. 14: Resultado del Problema de Decisión.

Se concluye, que la FI-UNLZ debe ofrecer la Asignatura Investigación Operativa en el Curso Lectivo Extraordinario si presenta una tasa de desgranamiento alta. Por el contrario, no se debe ofrecer si presenta una tasa de desgranamiento baja.

Considerando el último año, el resultado obtenido en GeNIE evidencia que no se debe ofrecer la asignatura Investigación Operativa en el próximo Curso Lectivo Extraordinario.

5 Conclusiones

El objetivo principal de la investigación es proveer a las Unidades Académicas un modelo para la selección de asignaturas potenciales a ofrecerse en períodos extraordinarios, con el objetivo de incorporar nuevos ciclos lectivos, garantizando los estándares educativos y la optimización de recursos. En este sentido, mediante la incorporación de tecnologías orientadas a la toma de decisiones, se puede garantizar que el objetivo ha sido alcanzado.

Como líneas futuras, se propone desarrollar nuevas estrategias de para evaluar la satisfacción del alumno, ya que actualmente, dicha estimación se realiza en función al histórico de los últimos 10 años, si embargo, con la incorporación de la metodología se espera modificar la tendencia de dicha evolución.

Además, se propone incluir la tasa de regularización de la carrera al finalizar el ciclo lectivo extraordinario como indicador para explicar el rendimiento académico de los alumnos y de esta manera evidenciar la mejora que aporta la asignatura en el total de la carrera.

Finalmente, con el objetivo rector de aumentar la calidad educativa en general, se propone incorporar la metodología al actual sistema de información de la FI-UNLZ, con el propósito de ampliar y mejorar las funciones destinadas a la evaluación y ordenación de alternativas bajo determinadas condiciones.

6 Referencias

- [1] S. French, J. Maule, and N. Papamichail, *Decision behaviour, analysis and support*. Cambridge University Press, 2009.
- [2] C. Bambrah, M. Bhandari, N. Maniar, and V. Munde, "Mining Association Rules in Student Assessment Data," *Int. J. Adv. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 3, no. 3, pp. 2278–1021, 2014.
- [3] J. A. S. Ortiz, *Análisis de decisiones estratégicas*, 1st ed. Mexico: Cengage Learning, 2009.
- [4] R. T. Clemen and T. Reilly, *Making hard decisions with DecisionTools*. Cengage Learning, 2013.
- [5] S. Ríos Insua, C. Bielza Lozoya, A. Mateos Caballero, and C. B. L. Sixto Ríos Insua, *Fundamentos de los Sistemas de Ayuda a la Decisión*. 2002.