

Propuesta del modelo Multi Project Management para la priorización de programas académicos a partir de una herramienta tecnológica. Un estudio de caso

Proposal of the Multi-Project Management model for prioritizing academic programs from a technological tool. A case study

Hernán Alberto Cuervo Colorado¹

Andrés Felipe Rua-Ortiz²

Paula Andrea Rodríguez-Correa³

Jhoany Alejandro Valencia-Arias⁴

Resumen

Este estudio propone el modelo *Multi Project Management* en aras de que la Institución Universitaria Pascual Bravo realice los procesos de priorización de los programas académicos de la Institución contenidos en su Plan de Desarrollo Académico 2017 – 2021, con el fin de buscar referentes y fuentes de información para una eficiente y oportuna toma de decisiones con respecto a cuáles programas académicos se les puede iniciar los procesos de diseño, formalización normativa e inversión de recursos y esfuerzos institucionales. Los resultados obtenidos validan los procesos de análisis Jerárquicos (AHP), aplicados en el desarrollo metodológico, dando criterios institucionales ajustables a los perfiles tecnológicos, planes estratégicos y eficiencia dinámica permitiendo la contextualización cuantitativa de los procesos institucionales basados en criterios y subcriterios entorno a la priorización de programas académicos dentro la institución, además, se resaltan aspectos tecnológicos que derivan procesos en ciencia, tecnología e innovación centrados en la pertinencia social de la institución como modelos aplicables para la realización de ejercicios de priorización de programas académicos. Como resultado, se contextualiza de manera práctica una herramienta

¹ Administrador de empresas, Magister en Gestión de la Innovación Tecnológica CDR, Institución Universitaria Pascual Bravo, h.cuervo3128@pascualbravo.edu.co

² Ingeniero electrónico y de telecomunicaciones, Magister en Gestión de la Innovación Tecnológica CDR. Institución Universitaria Pascual Bravo. andres.ruao@pascualbravo.edu.co

³ Administradora Tecnológica. Institución Universitaria Escolme. Cies4@escolme.edu.co

⁴ Ingeniero Administrador, Magister en Ingeniería de Sistemas, Doctor en Ingeniería, Industria y Organizaciones. Instituto Tecnológico Metropolitano. Jhoanyvalencia@itm.edu.co

digital que mejora los procesos académicos, la evaluación y priorización de programas universitarios potencializado la cobertura institucional, disminuyendo los riesgos y generando condiciones sostenibles en el tiempo. Se concluye que el modelo es aplicable a cualquier institución de formación profesional para proyectar los programas como eje central de una sociedad con proyección a evolucionar.

Palabras claves: Priorización de Proyectos, Eficiencia Dinámica, Programa Académico Educación Superior

Abstract

This study proposes the Multi-Project Management model for the Pascual Bravo University Institution to carry out the prioritization processes of the Institution's academic programs prioritization processes in its 2017-2021 Academic Development Plan to search for references and sources of information. For efficient and timely decision-making regarding excellent educational programs, the design processes, regulatory formalization and investment of resources and institutional efforts can be initiated. The results obtained validate the Hierarchical Analysis Processes (AHP), applied in the methodological development, giving institutional criteria adjustable to technological profiles, strategic plans and dynamic efficiency, allowing the quantitative contextualization of institutional processes based on standards and sub-criteria around them. The prioritization of academic programs within the Institution and technological aspects that derive techniques in science, technology and innovation focused on the social relevance of the Institution are highlighted as models used to carry out prioritization exercises of academic programs. As a result, a digital tool that improves educational processes, evaluation and prioritization of university programs, enhances institutional coverage, reduces risks and changes sustainable conditions over time is contextualized practically. It is concluded that the model is applicable to any professional training institution to project the programs as the central axis of society with the projection to evolve.

Keywords: Project Prioritization, Dynamic Efficiency, Higher Education Academic Program.

Proposta do modelo de Gestão Multiprojetos para a priorização de programas acadêmicos a partir de uma ferramenta tecnológica: um estudo de caso

Resumo

Este estudio propõe o modelo Multi Project Management em que a Institución Universitaria Pascual Bravo realiza os processos de priorização dos programas acadêmicos da Institución contenidos no Plan de Desarrollo Académico 2017 – 2021, com a busca de referências e fontes de informação para una eficiente e oportuna tomar decisões com respeito a cuáles programas acadêmicos se les puede iniciar os processos de projeto, formalização normativa e inversão de recursos e esfuerzos institucionais. Os resultados obtidos validam os processos de análise Jerárquicos (AHP), ajustados no desarme metodológico, dando critérios institucionais aos perfis tecnológicos, planos estratégicos e de eficiência dinâmica permitindo a contextualização de processos institucionais baseados em critérios e subcritérios em torno da priorização de programas acadêmicos dentro da instituição, además, são aspectos tecnológicos de resaltagem que derivam de processos de ciência, tecnologia e inovação centrados na pertinência social da instituição como modelos aplicáveis para a realização de ejercicios de priorização de programas acadêmicos. Como resultado, contextualiza a forma prática de uma herramienta digital para melhorar os processos acadêmicos, a avaliação e a priorização de programas universitários potencializados pela cobertura institucional, diminuindo os riesgos e gerando condições sustentáveis no tempo. Se concluir que o modelo é aplicável a uma instituição de formação profissional mais qualificada para projetar os programas como eje central de uma sociedade com projeto e evolução.

Palavras-chave: Prioritização do Projecto, Eficiência Dinâmica, Programa Académico Ensino Superior

JEL: I20

1. Introducción

En el contexto general, las decisiones son una constante en cualquier ámbito. De su correcta elección depende el éxito o el fracaso de un negocio, empresa o proyecto, al igual que en

todas aquellas actividades en donde se presenten diferentes alternativas y se tenga que escoger alguna de ellas (Ferraris et al., 2018). Desde los referentes teóricos, el tema de las decisiones se ha abordado con la premisa de que el hombre es un ser complejo, racional y emotivo (Peñaloza, 2019). En ello, se reconoce que en muchas ocasiones la toma de decisiones no corresponde a una sola persona, sino que es tomada de forma colectiva o colegiada, lo cual hace aún más compleja la toma de una decisión que satisfaga a la mayoría de los implicados (Grujić & Lenaerts, 2020). Es en la búsqueda de tomar la aminorar la subjetividad del hombre y darles participación a los algoritmos el escenario en el cual se han desarrollado distintos métodos –con diversos usos– para mejorar los niveles de incertidumbre que están implícitos en cada una de las decisiones tomadas en distintos contextos y niveles de complejidad (Peñaloza, 2019). Entre los métodos desarrollados están los modelos que implican criterios o multiobjetivos como la Ponderación Lineal –*Scoring*– (El Yamami et al., 2018); Utilidad Multiatributo –MAUT– (Shash et al., 2021) y el Análisis Jerárquico –AHP– (Mohammed et al., 2019). Este último es un modelo muy utilizado, de gran aceptación y credibilidad debido a su valoración de subjetividad y desarrollo matemático (Bermúdez Irreño & Quiñones Aguilar, 2018).

La principal característica de los Análisis Jerárquicos es definir los criterios y subcriterios de acuerdo con los resultados obtenidos en la priorización de proyectos aplicados a la población de estudio: Institución Universitaria Pascual Bravo con una muestra aproximada de 7616 estudiantes en los diferentes programas académicos que se ofrecen a la población Medellínense y sus municipios aledaños. Este tipo de modelos demuestran ser útiles en los campos del conocimiento logrando extraer información cuantitativa como regresiones lineales facilitando datos representativos según las hipótesis y el uso de herramientas tecnológicas. Es en consecuencia el modelo con el cual se pretende construir la arquitectura del *Multi Project Management* con el cual la Institución Universitaria Pascual Bravo pretende realizar los procesos de priorización de sus programas académicos, contenidos dentro de su Plan de Desarrollo Académico 2017 – 2021, el cual se desarrolla el objeto de investigación de este estudio.

El AHP o Proceso Analítico Jerárquico –como modelo– descompone una situación compleja, la evalúa y entrega una ordenación de alternativas de solución desde la mejor hasta la peor (Liu et al., 2020). Algunos de estos componentes pueden ser medidos fácilmente porque se refieren a aspectos cuantitativos (Peña Florez & Rodríguez-Rojas, 2018). La ventaja del AHP consiste en que –adicionalmente– permite incorporar aspectos cualitativos que suelen quedarse por fuera de los análisis debido a su complejidad para ser medidos (Nguyen et al., 2019), pero que pueden ser relevantes para algunos actores involucrados en la toma de decisión, como es el caso de riesgo, incertidumbre, equidad, participación, entre otros (Yajure & Arlenis Guzman, 2017).

El AHP ordena estos elementos en un Modelo Jerárquico, realiza comparaciones binarias –de a pares–, atribuyen valores numéricos a los juicios –preferencias– realizados por las personas –respecto de la importancia relativa de cada elemento– y los sintetiza, agregando las soluciones parciales en una sola solución (Dos Santos et al., 2019). Adicionalmente, el método en comento permite realizar el análisis de sensibilidad para observar y estudiar otras posibles soluciones al hacer cambios en la importancia de los elementos que conforman el modelo (Kaiser et al., 2019).

2. Metodología

La metodología propuesta para abordar el desarrollo del presente estudio como resultado de investigación y alcanzar el cumplimiento de los resultados propuestos, es de tipo exploratorio-descriptivo. Busca integrar la priorización de proyectos equivalentes a los programas académicos en la Institución Universitaria Pascual Bravo a partir de la eficiencia dinámica y su perfil tecnológico que genera cada uno en el contexto de los procesos misionales y formativos en torno a las necesidades e impactos dentro de la comunidad académica.

El enfoque es deductivo, dando así cumplimiento al resultado que se ha caracterizado desde un perfil tecnológico, estratégico y de innovación, en el cual se aborda una búsqueda exhaustiva, aplicado AHP como metodología, la priorización de proyectos de distinta naturaleza en la Institución Universitaria Pascual Bravo. Posteriormente se aborda una contextualización tecnológica de tipo científico, con el fin de ampliar el panorama de cómo esta temática es aplicable a partir de la una herramienta *Multi Project Management* que

facilite el diseño y la arquitectura del método en la Institución para la priorización de sus programas académicos, el cual tendrá un enfoque mixto relacionando datos cualitativos y cuantitativos.

3. El Perfil Tecnológico y de Innovación en el contexto de los Programas Académicos de la Institución Universitaria Pascual Bravo

Para caracterizar los proyectos académicos en la Institución Universitaria Pascual Bravo se utilizó una serie de indicadores aplicables a la naturaleza, características y particularidades de los programas académicos de la misma Institución. Algunos de ellos, hacen referencia a evaluación y acreditación institucional, tecnologías de información, educación para el desarrollo sostenible, formación de competencias y flexibilidad curricular. Se busca entonces con estos indicadores el análisis sobre las tendencias y líneas de desarrollo de la disciplina o profesión en el ámbito local, regional, nacional e internacional, y su incidencia en el programa. también el perfil laboral y ocupacional del sector y el perfil profesional, entre otro más. Desde el perfil tecnológico se utilizó el modelo de la gestión tecnológica: perfil tecnológico 4 M's – *Machine / Methodos / Management / Money*– y el perfil innovador a través de *Producto / Servicio / Mercadeo / Organización y Proceso*, debidamente adaptado a las especificaciones particulares requeridas para la Institución, y al igual adaptables a los ejercicios de prospectiva tecnológica que se realizaron. Esta fue considerada y seleccionada en virtud de que es una herramienta de gestión que –en forma documentada y razonada– facilita tener un acercamiento en torno al cómo y cuál pueden ser las proyecciones de futuro en torno al perfilamiento tecnológico y de innovación que se puede caracterizar en cada uno de los programas académicos sujetos de priorización.

Es entonces a partir de esa concepción que la ruta metodológica utilizada en la Institución Universitaria Pascual Bravo en torno a la prospectiva tecnológica tiene la intencionalidad de dotar a la Institución de una mirada estratégica sobre áreas del conocimiento para desarrollos futuros. Esto llevó a una revisión de estudios que condujeron a la identificación de artefactos, usos, tendencias y técnicas diversas, así también el ubicar las áreas del conocimiento comprometidas para concluir con propuestas específicas de potenciales áreas curriculares.

A partir de la prospectiva tecnológica para posibilitar la generación de los indicadores que permitirán medir el perfil tecnológico a través del modelo de las 4 M's y el perfil innovador a través de Producto / Servicio / Mercadeo / Organización y Proceso, se seleccionaron tres fuentes de información las cuales son relacionadas en la Tabla 1, la cual combina referencias globales, regionales, nacionales y locales, provenientes de organismos de reconocida trayectoria en la investigación y el análisis en educación, ciencia, tecnología e innovación y que cubren análisis de prospectiva tecnológica o de identificación de áreas estratégicas de desarrollo.

Tabla 1. Fuentes de información – Prospectiva Tecnológica

Título	Organismo	Horizonte de Análisis
Top Ten Emerging Technologies 2016	World Economic Forum	2025
The Global Technology Revolution	Rand Corporation	2030
Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín 2011-2021	Corporación Ruta N	2021

Fuente: elaboración propia

3.1.1 World Economic Forum: Top Ten Emerging Technologies 2016

El Foro Económico Mundial –*WEF*– es una fundación sin fines de lucro con sede en Ginebra. En él se reúnen los principales líderes empresariales, políticos, periodistas e intelectuales selectos para analizar los problemas más apremiantes que afronta el mundo. En el año 2016 se realizó una compilación de tendencias tecnológicas emergentes que contribuyan a cerrar brechas de inversión, regulación y conocimiento público, para facilitar el desarrollo de todo su potencial. Estas tendencias fueron: el internet de las cosas, almacenamiento de energía en escala de red, cadena de bloques *blockchain*, materiales 2D, vehículos autónomos, órganos en chips, células solares de perovskita, ecosistema abierto inteligencia artificial, Optogenética e ingeniería metabólica de sistemas (World Economic Forum, 2016).

3.1.2 Informe Rand Corporation

Es una organización sin ánimo de lucro fundada en 1948 y dedicada a la investigación y el análisis con el fin de contribuir y orientar una mejor toma de decisiones políticas, bien sea en

el ámbito público o privado. El informe prevé una nueva convergencia tecnológica denominada *–Integrated Technology Applications–* o Aplicaciones de Integración Tecnológica, en las que confluirán –entre otras disciplinas– la biotecnología, la nanotecnología, las tecnologías de los materiales y las tecnologías de la información, las cuales dominarán el horizonte social en la próxima década (Silberglitt et al., 2018).

3.1.3 Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín 2011-2021

Ruta N es un centro de innovación y negocios de Medellín. Su propósito es contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes a través de la ciencia, la tecnología y la innovación, por lo cual definió una hoja de ruta para la realización de proyectos para los sectores salud, energía, tecnologías de la información y comunicación y otros sectores transversales a ellos. De él se derivó el Observatorio CT+i de Medellín centrándose en las siguientes áreas de acción: aeroespacial, construcción, energía, estrategias transversales, salud, textiles, TIC y turismo de eventos (Grupo de investigación en perdurabilidad empresarial GIPE, 2011).

3.2 La Eficiencia Dinámica en el contexto de los programas Académicos de la Institución Universitaria Pascual Bravo

El concepto alternativo de la eficiencia dinámica –considerado así por algunos autores– surge como un resultado natural de la aplicabilidad de la teoría de los procesos de mercado impulsados por la capacidad creativa y coordinadora, de la función empresarial. Este criterio está indisolublemente unido a los conceptos asociados a la función empresarial, entendida ésta como la principal función impulsora de la creatividad y de la coordinación, los cuales surgen espontáneamente en el mercado (Soto, 2004).

Para caracterizar los programas académicos en la Institución Universitaria Pascual Bravo desde el punto de vista de la eficiencia dinámica, se utilizó la convergencia tecnológica. Esta es considerada y seleccionada en virtud de que es una herramienta que permite la integración de dos o más tecnologías que han tenido un desarrollo relativamente autónomo de cara a generar una nueva industria, producto o servicio de mayor valor agregado, en los cuales

difícilmente pueden establecerse los límites de la contribución de uno u otro de los agentes comprometidos (Kim & Lee, 2017). Esto significa que pueden existir tres tipos de convergencia: de tecnología, de aplicaciones y de integración de varias industrias. Además, se han identificado casos de éxito (Geraldí, 2008; Gómez González & Vargas, 2014).

En la Tabla 2 se presenta la síntesis de los resultados del ejercicio de convergencia tecnológica en torno a la definición de la eficiencia dinámica a través la identificación y la unión de las distintas trayectorias documentales del World Economic Forum, Rand Corporation y Ruta N; en torno a las distintas áreas del conocimiento con las cuales está comprometida la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Tabla 2. Eficiencia dinámica mediante convergencia tecnológica

Áreas del conocimiento	World Economic Forum	Rand Corporation	Ruta N
Energía y Minería	Almacenamiento de energía en Escala de Red	Energía solar barata	Smart Grid – Micro Redes Smart Grid – Medición Inteligente
	Células solares de Perovskita		Energías Alternativas y Renovables, énfasis Solar Almacenamiento de Hidrógeno Almacenamiento de Energía Eléctrica
Electrónica y Tecnologías de la Información y la Comunicación	Internet de las Nanocosas	Comunicaciones inalámbricas en áreas rurales	SSO – Smart Services Outsourcing – Smart Water
		Aparatos de comunicación para el acceso a la información desde cualquier lugar	Plataformas de Infraestructura y Aplicaciones – Cloud Computing
		Hogares autónomos baratos	Tecnologías de Procesamiento y Manejo de Datos – Big Data
	Ecosistema Abierto IA	Identificadores de radio frecuencia ubicuos	Internet de las Cosas IoT

		Ordenadores sin cables	Aplicaciones para Dispositivos Móviles, Enfoque Salud
		Criptografía Cuántica	Aplicaciones para Dispositivos Móviles, Enfoque Videojuegos
		Sensores de infiltración	
	Órganos en Chips	Medicamentos	Bio-hidrocarburos a partir de Algas
Biotecnología	Optogenética	Cosechas genéticamente modificadas	Agentes terapéuticos para el Tratamiento de Complicaciones a la Obesidad
			Informática Biomédica
			Telesalud
			Nanomedicina
		Métodos de diagnóstico y quirúrgicos	Ingeniería de Tejidos y Terapia Celular
			Enfermedades Tropicales
Ciencia y Tecnología de los Materiales	Materiales 2D	Tejidos con ingeniería	Materiales sostenibles para Construcción
	Células solares de Perovskita	Bioensayos rápidos	Textiles Inteligentes
Ciencias y Tecnologías de Industrias de Servicios: • Educación • Turismo • Logística • Diseño • Comercio • Seguridad	Cadena de bloques – <i>Blockchain</i>	-	Materiales y Estructuras Inteligentes
			Textiles Inteligentes
			Gestión del Talento en las TIC
			Innovación en la Educación Superior
			Espacios Colaborativos de Creación
			Gestión Urbana de Distritos de Innovación
Ingeniería y Tecnología de Transporte	Vehículos Autónomos	Vehículos híbridos	Sector Espacial: Segmento terrestre, espacial y usuario
	-	-	Materiales y Estructuras Inteligentes

Ingeniería y Tecnología del Medio Ambiente	Ingeniería metabólica de sistemas	Filtros y catalizadores para la purificación y descontaminación de las aguas	-
	-	Manufacturación verde o ecológica	-

Fuente: elaboración propia

4. Portafolio de Programas Académicos con fines de priorización en la Institución Universitaria Pascual Bravo en el contexto del Plan de Desarrollo Académico 2017 – 2021

Un *Multi Project Management* es equivalente a una cartera, portafolio o una colección de componentes –como proyectos, programas y operaciones en curso– que se agrupan para facilitar su gestión efectiva y eficiente, como una entre muchas de las estrategias de alcanzar los objetivos estratégicos (Li et al., 2018). Los proyectos que hacen parte del portafolio pueden no ser necesariamente independientes o estar directamente relacionados. Es en la gestión de un portafolio de proyectos en donde se toman las decisiones de naturaleza dinámica en torno a la inversión, se asignan recursos y se identifican las prioridades, de forma tal que los componentes que hacen parte del portafolio se alineen con la estrategia de la institución (Schilling, 2013).

En la literatura se ha evidenciado la utilidad de la herramienta AHP en el diseño de ofertas de estudio (Pastor Sanmillán, 2014) y selección de cursos (Mendoza Mendoza et al., 2016), lo que demuestra la utilidad de las técnicas de análisis multicriterio, en particular el método AHP en el contexto universitario para la toma de decisiones (Sanmillán, 2016).

Culminada esta labor de analizar los referentes utilizados por la Institución Universitaria

Pascual Bravo en torno a la prospectiva y la convergencia tecnológica, y confrontando las tendencias en el contexto de la educación superior referenciadas en el Plan Estratégico de la Institución, está en capacidad de comenzar a definir las propuestas de futuro en el contexto de los programas académicos. Ello para el crecimiento institucional a partir de las áreas estratégicas de desarrollo económico y social, las cuales a su vez –metodológicamente– se

dividen en áreas curriculares. La articulación de este componente integrador se presenta en la figura 1.

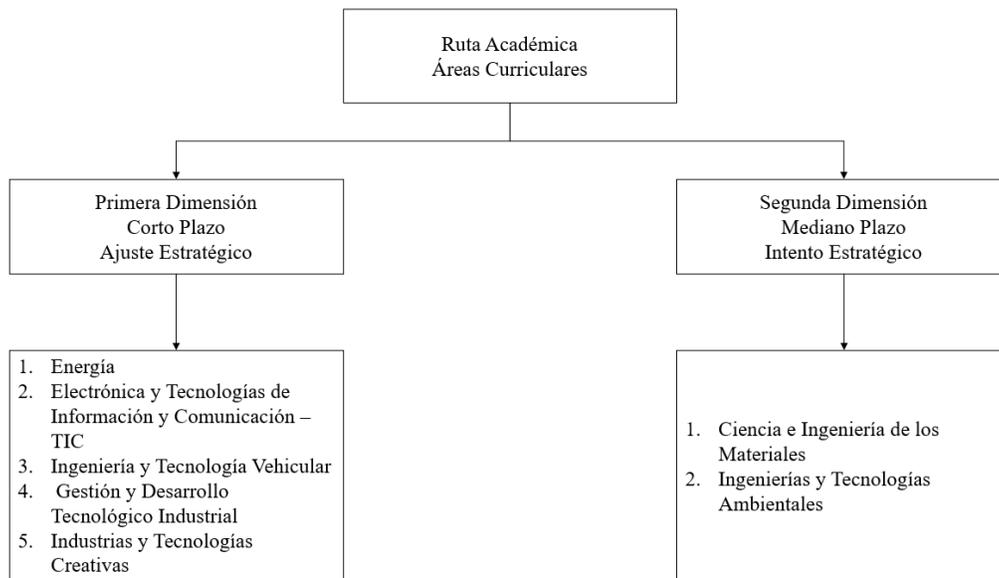


Figura 1. Ruta académica del Multi Project Management. Fuente: elaboración propia

Así las cosas, el Portafolio *Project Manager* de la Institución Universitaria Pascual Bravo se relaciona a continuación:

4.1.1 Primera Dimensión

La primera dimensión propone programas en nuevas áreas de estudio que estén soportadas en los recursos actuales de la Institución Universitaria Pascual Bravo y que pueden conducir a la consolidación de estos. El concepto de área curricular –en sentido amplio– engloba los programas académicos susceptibles de ser priorizados y formalizados en el futuro a partir de los recursos académicos alrededor de un objeto de estudio y con los que ya cuenta la Institución. Construir con base en ellos significa un mejor aprovechamiento de los recursos y una oportunidad de crecimiento institucional. Este ajuste estratégico puede concretarse en el corto plazo mediante el desarrollo de programas en las áreas que agrupan los programas existentes en la Institución y fortaleciendo cada una de las áreas. Los mencionados se relacionan y clasifican por las distintas áreas curriculares: Energía, Electrónica y Tecnologías de Información y Comunicación, la Ingeniería y Tecnología Vehicular, la Gestión y el Desarrollo Tecnológico Industrial y las Industrias y Tecnologías Creativas.

4.1.2 Segunda Dimensión

La segunda dimensión pretende desarrollar una perspectiva de innovación o de intento estratégico en el mediano plazo alrededor de nuevas áreas curriculares y objetos de estudio que potencien el crecimiento económico y social de la región, no sólo por su capacidad de jalonamiento intersectorial, sino también por la riqueza del conocimiento al convocar diferentes disciplinas. Se han seleccionado aquellas áreas en las que se observa que la Institución –si bien no cuenta con programas académicos– posee recursos humanos o académicos que pueden apoyarlos y llevar adelante este intento estratégico. En esta se tienen en cuenta las siguientes áreas curriculares: Ciencia e Ingeniería de los Materiales y la Ingeniería y Tecnologías Ambientales.

5. Resultados

Como método, el *Multi Project Management* propuesto presenta una parametrización única y exclusiva para la Institución dada su naturaleza y la de sus programas académicos. Esta herramienta matemática se usa para desarrollar un instrumento que permita mejorar el estado de las instituciones de educación superior calificadas (Yusof & Salleh, 2013). Su arquitectura corresponde a una serie de adaptaciones de algunos otros métodos que ya existentes en el medio y que son utilizados en la métrica y priorización de otro tipo de proyectos en contextos distintos a la educación superior (Maccari et al., 2015; Tsinidou et al., 2010; Yusof & Salleh, 2013). Si bien es una herramienta más enfocada en la selección de proyectos, la planificación de cursos y programas también tienen cabida. Todo esto muy ligado a la planificación de la institución para tener bases para tomar decisiones sobre qué programas, cuándo, cómo y con qué fines, considerando los recursos disponibles y las preferencias de las partes interesadas (Maccari et al., 2015).

La plataforma metodológica que se definió para el modelo –y a la vez para la herramienta– para consolidar a través de ellos la oferta académica de programas académicos con fines de evaluación y priorización comenzó en su primera fase con la definición de los criterios de priorización, –se recuerda que se definieron dos tipos de criterios: los tradicionales y los criterios innovadores y de valor agregado–. Dentro del primer tipo se encuentran los criterios

de pertinencia social y relevancia académica, mientras en el segundo se ubican la eficiencia dinámica y el perfil tecnológico y de innovación. La definición de los criterios incluye su respectiva descripción, su alcance y su métrica de calificación y ponderación.

La segunda fase consistió en definir los aspectos a evaluar en cada uno de los criterios. Respecto a la Pertinencia Social se acogieron los lineamientos de acreditación de alta calidad, emitidos por el Consejo Nacional de Acreditación CNA –adscrita al Ministerio de Educación Nacional– en el año 2013. Para la Relevancia Académica, los aspectos a evaluar se definieron a partir de los componentes de la política formativa que tiene definida la Institución entre los que se resalta la formación integral, la interdisciplinariedad, la internacionalización, la flexibilidad académica, la formación en ciencias básicas entre otros. Para el criterio de Perfil Tecnológico e Innovador, se acogieron a través de una adaptación al modelo de perfil tecnológico de 4M's y para el componente de innovación –Producto; Servicio; Mercado; Proceso– aspectos identificados a través de un ejercicio de prospectiva tecnológica, a través de los referentes literarios del World Economic Forum; Rand Corporation y Ruta N.

Finalmente, para la eficiencia dinámica se definieron los aspectos a evaluar a partir del resultado de la convergencia tecnológica concentrada a través de las distintas áreas de conocimiento con las cuales está comprometida la institución en torno a los referentes literarios que sirvieron de base en el ejercicio de prospectiva tecnológica.

Una tercera fase fue la construcción de la *ruta académica* –denominación metodológica– dentro del Multi Project Management. Este proceso consistió en la alineación de los criterios mencionados en la primera fase –con sus respectivos aspectos a evaluar y definidos en la segunda fase– con las dos dimensiones de interés y sus respectivas áreas curriculares, las cuales agrupan los nuevos programas académicos objeto de evaluación y priorización. Por su parte, la segunda dimensión pretendió desarrollar una perspectiva de innovación o intento estratégico en el mediano plazo alrededor de nuevas áreas curriculares y objetos de estudio, en aras de potenciar el crecimiento económico y social de la Institución Universitaria Pascual Bravo. En síntesis, es en esta tercera fase en donde se añade el carácter específico y exclusivo del *Multi Project Management*.

La cuarta fase consistió en la parametrización de la herramienta prevista para el capturar los datos, el análisis y sistematización de la información recaudada con fuente primaria a través de la emisión de los juicios de expertos. Para ello se definió el AHP, seleccionado en atención a que en el estudio bibliométrico resultó como modelo más utilizado en ejercicios de priorización de proyectos. A saber, el AHP como modelo descompone una situación compleja, la evalúa y entrega una ordenación de las alternativas de solución desde la mejor hasta la peor. Algunos de estos componentes pueden ser medidos fácilmente porque se refieren a aspectos cuantitativos.

El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas. Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones de a pares entre dichos elementos –criterios, subcriterios y alternativas– y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de estas mediante la agregación de esos juicios parciales.

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty (2006) y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico. El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas. Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones de a pares entre dichos elementos –criterios, subcriterios y alternativas– y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de estas mediante la agregación de esos juicios parciales.

El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones, se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la

base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty, la cual va desde 1 hasta 9. Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad.

Los criterios –una vez evaluados y calificados por el juicio del experto convocado para la emisión su juicio– permiten lograr medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite ilustrar los siguientes resultados, los cuales permiten generar una matriz normalizada que arroja los siguientes resultados a partir de la ponderación del nivel de preferencia de cada criterio ponderado. Esto se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Matriz de Comparación de Criterios del Multi Project Management

Dimensión	Intento estratégico			
Área curricular	Ciencia e Ingeniería de los Materiales			
Matriz de Comparación de Criterios				
Primera pregunta	¿Cuál es su apreciación del grado de importancia que tiene la PERTINENCIA SOCIAL (A) con relación a?:	Relevancia académica (B)	Perfil Tecnológico y de Innovación (B)	Eficiencia dinámica (B)
		3	1	5
Segunda pregunta	¿Cuál es su apreciación del grado de importancia que tiene la RELEVANCIA ACÁDEMICA (A) con relación a?:		Perfil Tecnológico y de Innovación (B)	Eficiencia dinámica (B)
			9	3
Tercera pregunta	¿Cuál es su apreciación del grado de importancia que tiene el PERFIL TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN (A) con relación a?:			Eficiencia dinámica (B)
				5

Fuente: elaboración propia

Con posteridad a la emisión del nivel de preferencia de un criterio sobre otro –logrado a través del juicio que realiza el experto después de una jornada de sensibilización en torno a la definición, aspectos a evaluar, ponderación y calificación de criterios con preferencia sobre otros– se captura el dato con el cual se alimenta el modelo AHP. El *Multi Project Management* determina a través de una matriz de comparación de criterios, una matriz

normalizada que finalmente termina determinando el nivel de ponderación de cada uno de los criterios objeto de evaluación, tal y como se ilustra en la Tabla 4.

Tabla 4. Matriz Normalizada y de Ponderación de Criterios del Multi Project Management

Matriz de Comparación de Criterios								
Criterios	Perfil				Matriz Normalizada			
	Pertinencia Social (PS)	Relevancia Académica (RA)	Tecnológico y de Innovación (PTyI)	Eficiencia Dinámica (ED)	Pertinencia Social	Relevancia Académica	Tecnológico y de Innovación	Eficiencia Dinámica
PS	1.0000	3.0000	1.0000	5.0000	0.39474	0.39474	0.08929	0.35714
RA	0.3333	1.0000	9.0000	3.0000	0.13158	0.13158	0.80357	0.21429
PTyI	1.0000	3.0000	1.0000	5.0000	0.39474	0.39474	0.08929	0.35714
ED	0.2000	0.6000	0.2000	1.0000	0.07895	0.07895	0.01786	0.07143
TOTAL	2.5333	7.6000	11.2000	14.0000	Suma de Control			

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con el modelo AHP, una vez se encuentran los resultados de la matriz normalizada y de ponderación de criterios se hace necesario que nuevamente el experto consultado emita una nueva calificación, con el nivel de preferencia de los programas académicos que hacen parte de la respectiva dimensión y su área curricular. Esta calificación se emite de acuerdo con el criterio definido, sus aspectos a evaluar y su métrica de calificación, tal y como se ilustra en la Tabla 5.

Tabla 5. Matriz Normalizada y de Ponderación de Criterios del Multi Project Management

Matriz de Comparación de Alternativas								
Criterio/ Alternativas	Perfil				Efi de nd a Dinámica	A x P	CI=(n max-n)/(n-1)	
	Pertenencia social	Relevancia académica	Tecnológico y de Innovación					
Ingeniería de Ciencia de Materiales	5	1	1	3	1.8877			-0.2721

Especialización en Materiales y Estructuras Inteligentes	6	2	1	3	1.8877	RI=1.98*(n-Z)/n	1.584
Ingeniería Bioquímica	7	3	1	2	1.8877	CR=CI/RI	- 0.1718047
Ingeniería de los Biomateriales	8	4	1	2	1.8877	*	
TOTAL					7.5508		

Nota: *El índice de consistencia (consistency Index) se puede calcular usando n el cual es 4 que es la cantidad de criterios. La relación de consistencia (Consistency Ratio) se calculará usando (2) mientras que RI es el índice de consistencia que una matriz de comparación generada aleatoriamente. El índice RI es el promedio del índice de consistencia n matrices rellenas al azar. Fuente: elaboración propia

La forma en como el experto emite su juicio con relación a cada uno de los programas académicos objetos de evaluación y priorización –que contiene cada una de las áreas académica de cada una de las dimensiones definidas institucionalmente– se alimenta a través de un formulario donde se captura la calificación y convierte en dato que es objeto de análisis estadístico. Ello se ilustra en la tabla 6.

Tabla 6. Formulario para calificar la preferencia de los programas académicos, dentro de un área curricular y una dimensión

Dimensión	Ajuste estratégico			
Área curricular	Ciencias e Ingeniería de Materiales			
Criterio	Eficiencia dinámica			
Aspecto para evaluar	Convergencia Tecnológica			
Pregunta de percepción para calificar por el experto	Pregunta Única			
Calificación / programas	Ingeniería de Ciencia de Materiales	Especialización en Materiales y Estructuras Inteligentes	Ingeniería Bioquímica	Ingeniería de los Biomateriales
Experto 1	2	1	3	4
Experto 2	4	3	2	1

Experto 3	3	4	2	1
Experto 4				
Mediana	3	3	2	1
Media	3	2,666666667	2,333333333	2
Moda			2	1

Fuente: elaboración propia

Una vez el *Multi Project Management* cuenta con la matriz normalizada y de ponderación de criterios –así como también con los resultados de los juicios emitidos por parte de los expertos con relación a los juicios de preferencia que cada uno de ellos tiene con relación a cada uno de los programas académicos objetos de evaluación y priorización, que contiene cada una de las áreas académica de cada una de las dimensiones– el modelo AHP procede a calcular cada uno de los criterios por separado de forma tal que se genere una nueva matriz normalizada, pero esta vez por cada uno de los criterios para finalmente consolidar unos resultados que se han denominado vector promedio por cada uno de los criterios definidos en el Multi Project Management, definido como método para priorizar los programas académicos en la Institución Universitaria Pascual Bravo, por cada una de las áreas curriculares y dimensiones. Este proceso se ilustra en las tablas 7, 8, 9 y 10.

Tabla 7. Matriz Normalizada y de Ponderación del Criterio Pertinencia Social del Multi Project Management

Matriz de Comparación de Criterios									
Criterios	Ingeniería de ciencia de materiales (ICM)	Espe. En Materiales y Estructuras Inteligentes (EMEI)	Ingeniería Bioquímica (IB)	Ingeniería de los Biomateriales (IBM)	Matriz Normalizada				Vector promedio
ICM	1.0000	6.0000	7.0000	8.0000	0.69710	0.69710	0.44094	0.32000	0.53000
EMEI	0.1667	1.0000	7.0000	8.0000	0.11618	0.11618	0.44094	0.32000	0.24000
IB	1.1429	0.8571	1.0000	8.0000	0.09959	0.09959	0.06299	0.32000	0.14000
IBM	0.1250	0.7500	0.8750	1.0000	0.08714	0.08714	0.05512	0.04000	0.06000
TOTAL	1.4345	8.6071	15.8750	25.0000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Matriz Normalizada y de Ponderación del Criterio Relevancia Académica del Multi Project Management

Matriz de Comparación de Criterios									
Criterios	Ingeniería de ciencia de materiales (ICM)	Espe. En Materiales y Estructuras Inteligentes (EMEI)	Ingeniería Bioquímica (IB)	Ingeniería de los Biomateriales (IBM)	Matriz Normalizada				Vecto prome
ICM	1.0000	2.0000	3.0000	4.0000	0.48000	0.48000	0.38710	0.30769	0.4
EMEI	0.5000	1.0000	3.0000	4.0000	0.24000	0.24000	0.38710	0.30769	0.2
IB	0.3333	0.6667	1.0000	4.0000	0.16000	0.16000	0.12903	0.30769	0.18
IBM	0.2500	0.5000	0.7500	1.0000	0.12000	0.12000	0.09677	0.07692	0.10
TOTAL	1.4345	8.6071	15.8750	25.0000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Matriz Normalizada y de Ponderación del Criterio Perfil Tecnológico y de Innovación del Multi Project Management

Matriz de Comparación de Criterios									
Criterios	Igeniería de ciencia de materiales (ICM)	Espe. En Materiales y Estructuras Inteligentes (EMEI)	Ingeniería Bioquímica (IB)	Ingeniería de los Biomateriales (IBM)	Matriz Normalizada				Vecto prome
ICM	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.25000	0.25000	0.25000	0.25000	0.250
EMEI	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.25000	0.25000	0.25000	0.25000	0.250
IB	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.25000	0.25000	0.25000	0.25000	0.250
IBM	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.25000	0.25000	0.25000	0.25000	0.250
TOTAL	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.000

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Matriz Normalizada y de Ponderación del Criterio Eficiencia Dinámica del Multi Project Management

Matriz de Comparación de Criterios									
Criterios	Matriz Normalizada								

	Ingeniería de ciencia de materiales (ICM)	Espe. En Materiales y Estructuras Inteligentes (EMEI)	Ingeniería Bioquímica (IB)	Ingeniería de los Biomateriales (IBM)						Vecto promed
ICM	1.0000	2.6667	2.3333	2.0000	0.43411	0.43411	0.34146	0.28571	0.37	
EMEI	0.3750	1.0000	2.3333	2.0000	0.16279	0.16279	0.34146	0.28571	0.23	
IB	0.4286	1.1429	1.0000	2.0000	0.18605	0.18605	0.14634	0.28571	0.20	
IBM	5.0000	1.3333	1.1667	1.0000	0.21705	0.21705	0.17073	0.14286	0.18	
TOTAL	4.0000	4.0000	4.0000	4.0000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00000	1.00	

Fuente: elaboración propia

Cuando el Multi Project Management cuenta con la matriz normalizada y se logra determinar el vector promedio de cada uno de los programas académicos por cada uno de los criterios definidos y ponderados tal y como se ilustra en la Tabla 11 y figuras 2, 3, 4 y 5 el modelo AHP, procede a calcular a agrupar cada uno de los vectores promedio, con el fin de consolidar el ejercicio de priorización tal y como se ilustra en la figura 6.

Tabla 11. Consolidación de los Vectores Promedio por cada uno de los criterios definidos en el Multi Project Management

Criterio/ Alternativas	Pertinencia social	Relevancia académica	Perfil		
			Tecnológico y de Innovación	Eficiencia dinámica	Priorización
Ingeniería de Ciencia de Materiales	0.53878	0.41370	0.25000	0.37385	0.32206
Especialización en Materiales y Estructuras Inteligentes	0.24833	0.29370	0.25000	0.23819	0.1855
Ingeniería Bioquímica	0.14554	0.18918	0.25000	0.20104	0.11798
Ingeniería de los Biomateriales	0.06735	0.10342	0.25000	0.18692	0.06548
Ponderación	0.308975564	0.320253759	0.308975564	0.061795113	1

Fuente: elaboración propia

Una vez el *Multi Project Management* cuenta con la métrica de priorización de cada uno de los programas académicos que son objetos de evaluación y priorización dentro de un área curricular dentro de las dimensiones institucionales que tiene definida la institución, se da un paso a los ambientes gráficos del modelo los cuales se pretende analizar y hacer mucho más fácil la interpretación de los resultados e interpretación, a través de distintas perspectivas. Estos entornos se ilustran en las figuras 2, 3, 4 y 5.

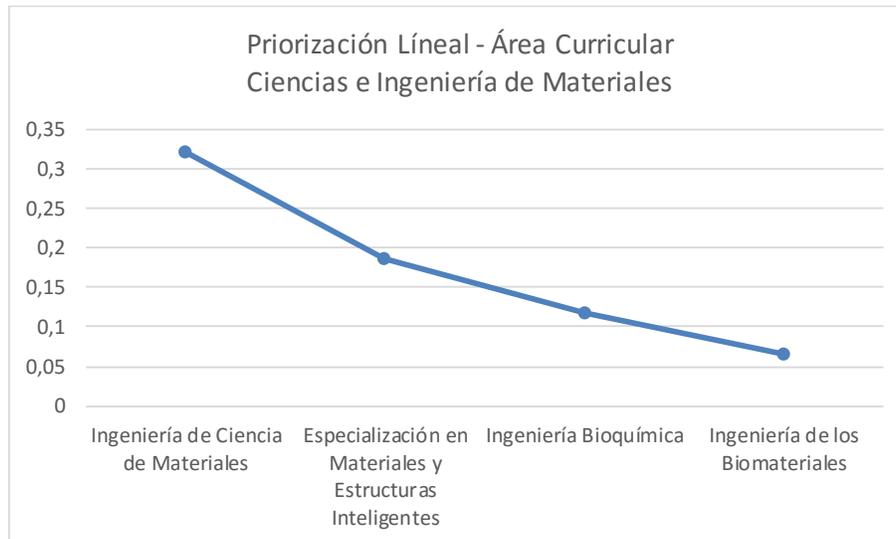


Figura 2. Representación Gráfica Lineal de Priorización del Multi Project Management. Fuente: elaboración propia

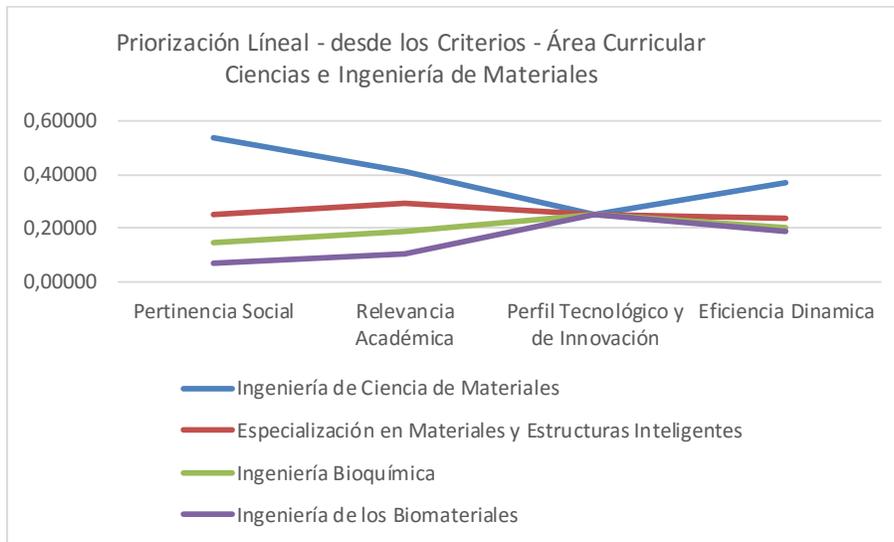


Figura 3. Representación Gráfica Lineal de Priorización desde los criterios del Multi Project Management. Fuente: elaboración propia

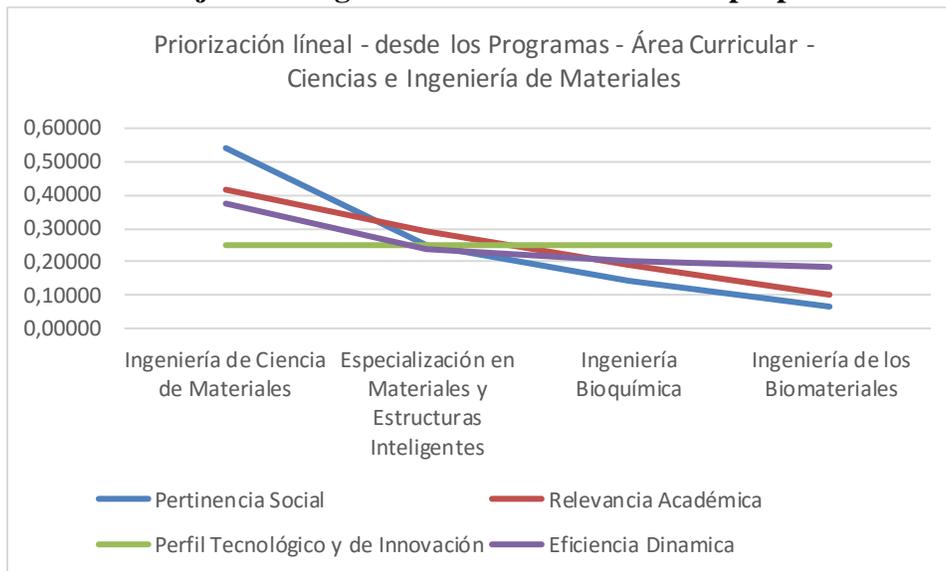


Figura 4. Representación Gráfica Lineal de Priorización desde los programas del Multi Project Management. Fuente: elaboración propia

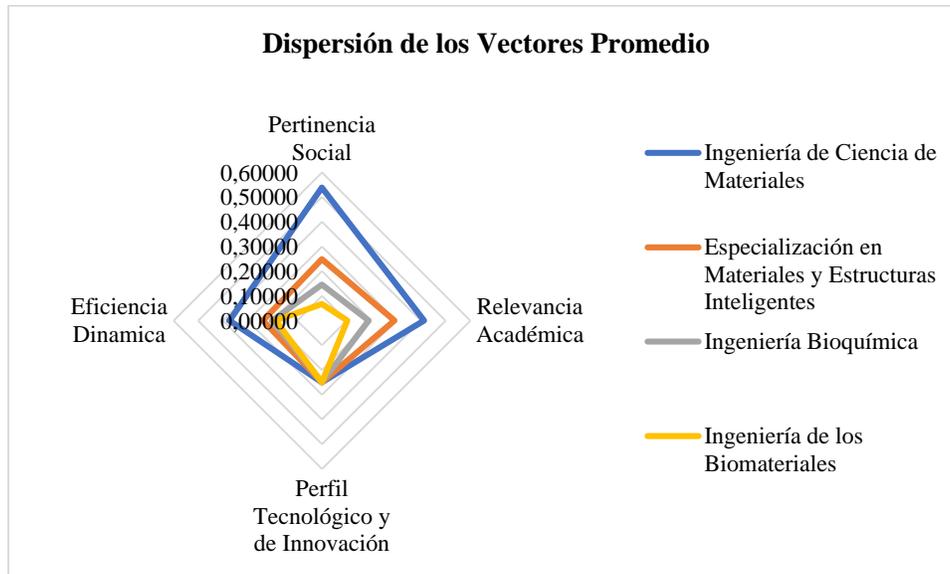


Figura 5. Representación Gráfica Lineal del Promedio de los Vectores de Priorización por Criterios del Multi Project Management. Fuente elaboración propia

El porcentaje de priorización de cada uno de los programas académicos se logra a través de los vectores de priorización, lo cual significa –ilustrativamente– que el programa académico que logre mayor cobertura con relación a cada uno de los criterios habrá de ser aquel con mayor nivel de priorización. La dispersión de los vectores se presenta debido a que la técnica de AHP no permite múltiples valoraciones, pues lo que hace es construir una matriz de valoraciones consensuadas que involucran a varios expertos, quienes por lo general no llegan a un consenso. Así las cosas, se deben sintetizar los juicios emitidos por los expertos, permitiendo que el proceso AHP realice comparaciones entre pares de alternativas de acuerdo con un criterio dado. En consecuencia, a lo anterior, resulta necesario obtener la razón de consistencia – CR - *Consistency Ratio* con la cual se determina la calidad en términos de la consistencia de los juicios y las calificaciones dadas por los expertos consultados durante el proceso de comparaciones que realiza ponderando los criterios y los distintos aspectos a evaluados. La cual las métricas de interpretación de resultados esta debe ser igual o menor a 0,10. Para obtener la CR se hace necesario determinar el índice aleatorio o *RI Consistency Index Random*, el cual está determinado por la cantidad de criterios, definidos en el modelo de acuerdo a una escala predeterminada, para el caso específico de este trabajo de grado está definido en 0.89, ya que el modelo interactúa con 4 criterios, por lo que se hacer necesario determinar el indicador de inconsistencia CI, el cual depende de los datos del valor máximo

propio de la matriz de comparación a pares de los criterios, que en nuestro caso sería el resultado de la función matemática y trigonométrica usada para devolver el producto de dos matrices y mostrar el primer valor de la matriz de números devuelta.

Los resultados de la priorización de los programas académicos de cada una de las áreas académicas que entran en interacción con los indicadores de novedades del proceso y novedades de los programas académicos en una Matriz *Random* con los resultados del CR; RI y CI, es lo que posibilita la construcción de mapa de priorización de proyectos tal y como se ilustra en la figura 6 mediante la cual se materializaría el método y la herramienta mediante la cual la Institución Universitaria Pascual Bravo podría realizar procesos de priorización de sus programas académicos, el cual es el objetivo que pretende este trabajo.

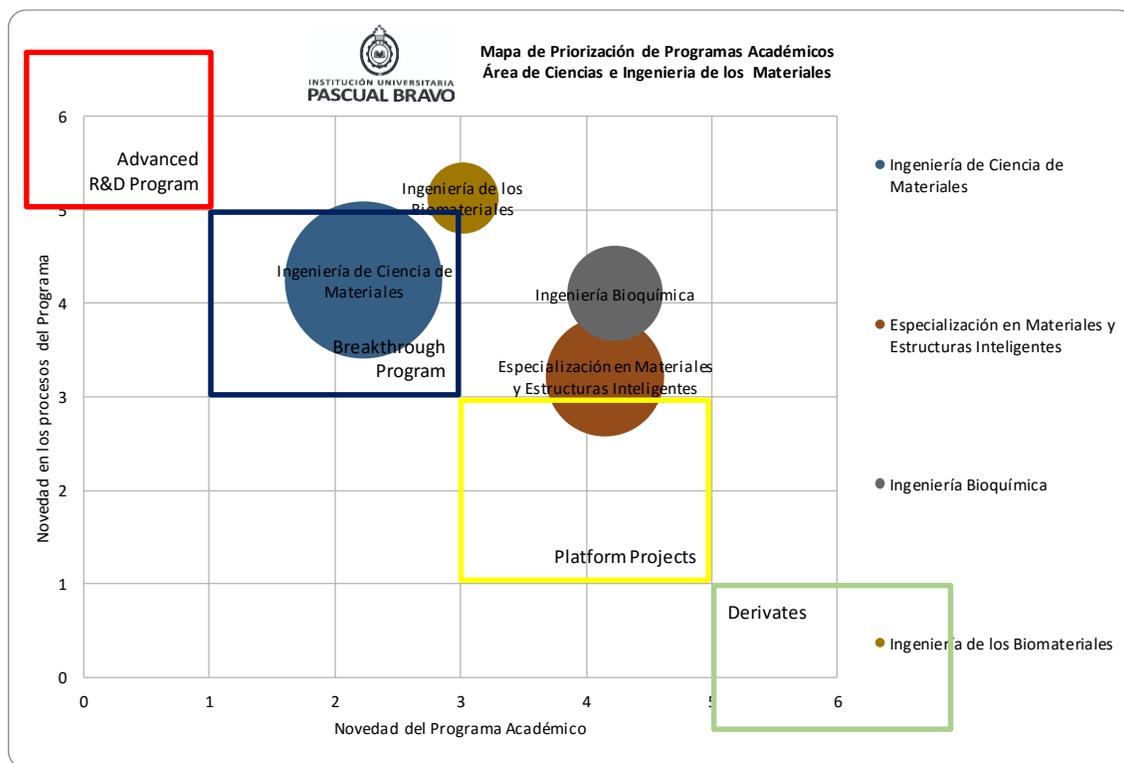


Figura 1. Mapa de Priorización de Programas Académicos del Multi Project Management. Fuente: elaboración propia

6. Análisis de Resultados

El *Multi Project Management* propuesto para la Institución Universitaria Pascual Bravo en este trabajo agrupa el método y a la vez la herramienta posibilitando la realización de

procesos de evaluación y priorización de los programas académicos contenidos en el Plan de Desarrollo Académico 2017 – 2021, resaltando que este último es un importante instrumento de gestión orientado a buscar eficiencias organizacionales en torno a la optimización de recursos y esfuerzos en torno a la estrategia de cobertura con calidad con la cual está comprometida la Institución. La necesidad de respaldar las decisiones de naturaleza académica a través de modelos que garanticen la minimización de riesgos y como la búsqueda de niveles de certeza –con respecto a la diversidad de juicios de los expertos consultados– hacen parte del mayor valor agregado generado por el método propuesto en el presente trabajo de grado. Este podrá servir como referente al momento de tomar decisiones con respecto a la definición de los programas académicos sobre los cuales se iniciará los procesos de diseño, formalización normativa e inversión de recursos y esfuerzos institucionales con miras a generar condiciones futuras de sostenibilidad, crecimiento y rentabilidad.

Como ya fue expresado, el Multi Project Management propuesto comporta una arquitectura metodológica y sistema de parametrización única y exclusiva para la Institución de interés, atendiendo tanto a su naturaleza como Institución de Educación Superior Pública adscrita a la Alcaldía de Medellín, como a la de sus programas académicos a partir de la ruta académica definida a través de sus dimensiones y sus respectivas áreas curriculares. La mencionada arquitectura está enmarcada en una serie de adaptaciones de otros métodos ya existentes en el medio, los cuales son utilizados en tipologías de proyectos distintos a la educación superior (Kiriş, 2014; Saaty, 2006; Yusof & Salleh, 2013). Adicionalmente, la inclusión de los dos criterios –los tradicionales y los criterios innovadores y de valor agregado– son un segundo componente de valor que genera el resultado de este trabajo de grado, toda vez que se constituye en un método que, a criterio del investigador, lo convierte en un método innovador que posibilita ampliar el espectro de investigación a futuro. Ha de recordarse que dentro del primer criterio se ubica la pertinencia social y relevancia académica, mientras que el segundo comprende la eficiencia dinámica y el perfil tecnológico y de innovación.

La inclusión de los dos criterios –los tradicionales y los criterios innovadores y de valor agregado– son un componente de valor que genera el resultado de este estudio, toda vez que

se constituye en un método que, a criterio del investigador, lo convierte en un método innovador que posibilita ampliar el espectro de investigación a futuro.

A partir de los resultados alcanzados en este trabajo se valida que el AHP –como método de priorización– es un modelo aplicable al contexto de la educación superior y para la realización de ejercicios de priorización, de programas académicos y proyectos de distinta naturaleza y que puede ser ampliamente utilizado cuando se presentan evaluaciones y priorizaciones a partir de valoraciones de naturaleza subjetiva y que requieren un desarrollo matemático; sustentar los resultados minimizando las probables desviaciones que se pueden generar por la subjetividad de los juicios que emite los expertos, y al posibilitar al presentar los resultados de una forma ordenada de datos por cada una de las opciones o alternativas que están asociadas a los objetivos de la priorización, prevé cualquier decisión en diversos contextos.

Los criterios de eficiencia dinámica y el perfil tecnológico e innovador de los programas académicos en el contexto de la educación superior son conceptos –que de acuerdo con los resultados presentados– muestran un alto nivel de desconocimiento por parte de los expertos consultados. Esto hizo evidente la ambigüedad que se puede presentar frente a las métricas de medición de los criterios y alcance de estos con relación a sus implicaciones con cada uno de los programas académicos que fueron objeto de evaluación y priorización por parte de los expertos mencionados.

Dada la naturaleza de la Institución y las características específicas de cada uno de los programas académicos que están contenidos dentro del plan de Desarrollo Académicos 2017 – 2021, generan un mayor nivel de complejidad en el ejercicio metodológico para diseñar un método de priorización, toda vez que los referentes; fuentes de información y la diversidad de interpretaciones que son susceptibles de los resultados aumentan significativamente la incertidumbre frente a la utilidad de los resultados que arroja el método como el que esta propuesta investigativa propuso desarrollar.

7. Conclusiones

Con los resultados que arroja el Multi Project Management propuesto en este trabajo se evidencia un amplio contraste entre el método propuesto con respecto a otros métodos utilizados en otras instituciones de educación superior, las cuales realizan procesos similares y afines, pero ejecutados de forma totalmente distinta desde múltiples perspectivas. A través de la revisión literaria desarrollada, se detecta de forma preliminar que los procesos mencionados anteriormente –desarrollados en otras IES– presentan deficiencias tanto en métrica como en la coherencia metodológica, siendo métodos de una naturaleza más subjetiva, lo que a su vez conlleva a la adición de riesgo y minimiza la certeza en las decisiones que se toman en los ejercicios de evaluación y priorización.

El Multi Project Management propuesto en este estudio integra un método y una herramienta que, desde la perspectiva del investigador principal, ostenta dos elementos de generación de valor para la Institución Universitaria Pascual Bravo. El primero de ellos se da en torno al modelo de gestión institucional –en especial en el componente de la toma de decisiones de naturaleza académica– pues su utilización permitirá sustentar los procesos de evaluación y priorización de programas académicos en modelos que garantizan la minimización de riesgos y la búsqueda de niveles de certeza a partir de la diversidad de juicios de los expertos consultados representados con variables cuantitativas, haciendo más eficiente la asignación de recursos para los procesos de diseño, formalización normativa e inversión de recursos y esfuerzos institucionales, con miras a generar condiciones futuras de sostenibilidad, crecimiento y rentabilidad institucional. Un segundo elemento de generación de valor se enmarca en la arquitectura metodológica del método propuesto al incluir y adaptar criterios tradicionales con criterios innovadores, erigiendo un método que, a criterio del investigador principal, lo convierte en un método innovador, lo que a su vez posibilita ampliar el espectro de investigación a futuro.

Como método, el Multi – Project Management propuesto, presenta una parametrización única y exclusiva para la Institución, dada su naturaleza y la de sus programas académicos. Ello lo que limita su validación como método en otras instituciones de educación superior ya que su arquitectura corresponde a una serie de adaptaciones de algunos otros métodos que ya

existentes en el medio, que son utilizados en la métrica y priorización otro tipo de proyectos en contextos distintos a la educación superior. Sumado además a la solicitud de la Institución Universitaria Pascual Bravo de utilizar la información institucional y los resultados de este trabajo de grado en total confidencialidad.

De manera preliminar, la multiplicidad de las áreas curriculares –mediante las cuales se concentraron las distintas opciones de programas académicos sujetos de priorización generan un alto nivel de complejidad al método propuesto, resaltando el uso de las herramientas tecnológicas y las muestras que se determinan en la población analizada–, a pesar de que, en la caracterización de cada uno de los programas académicos, se considera que existe un balance óptimo entre ellos dado los ejercicios de prospectiva tecnológica y de convergencia tecnológica que se realizaron de manera previa. Se resalta el uso de la metodología AHP, generando una propuesta de priorización en la Institución Universitaria Pascual Bravo para los programas académicos vigentes.

La gestión de proyectos con fines de priorización adquieren importante relevancia a la hora de gestionar la Institución, toda vez que su naturaleza y las características de sus rutas académicas, dimensiones, áreas curriculares y las particularidades de sus programas académicos conllevan a que el proceso de toma de decisiones de con fines de priorización sea fundamental y estratégica a la hora de la asignación balanceada de recursos a proyectos, para asegurar la sostenibilidad la implementación del plan de desarrollo académico y por ende para la institución. En este sentido, cabe resaltar que la popularidad de los programas académicos tendrá alta relevancia en el uso de metodologías que adopten procesos coherentes dentro de un marco institucional aplicados por otras instituciones.

En el contexto de la educación superior en Colombia, y en especial en las instituciones de naturaleza pública como es el caso de la Institución Universitaria Pascual Bravo, los requerimientos del entorno exigen de ellas la democratización del acceso a la educación superior para las poblaciones menos favorecidas al tiempo que demanda de estrictos términos de calidad, cobertura y pertinencia con el fin de favorecer el desarrollo del potencial social y económico de la región y con miras a habilitar sus talentos para potenciar el desarrollo

económico de la región a través de la explotación sostenible de sus recursos y de la conversión de éstos en fuentes de riqueza, representando los resultados de este estudio en potencializar la educación superior en el valle de aburra, considerando de manera imparcial el impacto que tiene cada uno de los programas en el desarrollo económico, social, y cultural de la ciudad, además, es consistente con el plan de desarrollo de la institución de acuerdo con el marco institucional de los programas de educación superior. Cabe señalar, que es una metodología que se puede adoptar en el marco de otras instituciones con perfiles similares al Pascual Bravo: el ITM, el Tecnológico de Antioquia y el Colegio Mayor. Se espera expandirlo a nivel nacional.

En consecuencia, las Instituciones de Educación Superior (IES) de naturaleza pública deben ser vistas como un proyecto de inversión social en tanto están dirigidas a asumir la inclusión social como el eje de su crecimiento y desarrollo, fundamentado lo anterior en la apuesta por la mayor cobertura, pero sin descuidar la calidad de su oferta académica. En consecuencia, se concluye que el modelo es aplicable a cualquier institución de formación profesional, además, es indispensable para la aplicabilidad conceptos sólidos en ciencia, tecnología e innovación para proyectar los programas como eje central de una sociedad con proyección a evolucionar. Finalmente, es importante resaltar que la existencia de un método de priorización posibilita producir las condiciones necesarias para generar las eficiencias requeridas en diversos contextos y para optimizar los recursos.

Referencias

- Bermudez Irreño, C. A., & Quiñones Aguilar, E. D. (2018). Aplicación práctica del proceso de análisis jerárquico (ahp), para la toma de decisiones. *Revista de Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de La Información*, 5(9), 91–100. <https://doi.org/10.21017/rimci.2018.v5.n9.a43>
- Dos Santos, P. H., Neves, S. M., Sant'Anna, D. O., Oliveira, C. H. de, & Carvalho, H. D. (2019). The analytic hierarchy process supporting decision making for sustainable development: An overview of applications. *Journal of Cleaner Production*, 212, 119–138. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.11.270>
- El Yamami, A., Mansouri, K., Qbadou, M., & Illousamen, E. H. (2018). Multi-objective IT Project Selection Model for Improving SME Strategy Deployment. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 8(2), 1102–1111. <https://doi.org/10.11591/IJECE.V8I2.PP1102-1111>

- Ferraris, A., Mazzoleni, A., Devalle, A., & Couturier, J. (2018). Big data analytics capabilities and knowledge management: impact on firm performance. *Management Decision*, 57(8), 1923–1936. <https://doi.org/10.1108/MD-07-2018-0825>
- Geraldi, J. G. (2008). The balance between order and chaos in multi-project firms: A conceptual model. *International Journal of Project Management*, 26(4), 348–356. <https://doi.org/10.1016/J.IJPROMAN.2007.08.013>
- Gómez González, D., & Vargas, J. (2014). *Diseño e implementación de una PMO ágil para una pyme del sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación TIC*. Universidad EAFIT.
- Grujić, J., & Lenaerts, T. (2020). Do people imitate when making decisions? Evidence from a spatial Prisoner's Dilemma experiment. *Royal Society Open Science*, 7(7). <https://doi.org/10.1098/RSOS.200618>
- Grupo de investigación en perdurabilidad empresarial GIPE. (2011). *Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín 2011-2021*.
- Kaiser, R., Futami, A. H., Valentina, L. V. O. D., & De Oliveira, M. A. (2019). Development of a managerial tool for prioritization and selection of portfolio projects using the analytic hierarchy process methodology in software companies. *Gestao e Producao*, 26(4). <https://doi.org/10.1590/0104-530X4267-19>
- Kim, J., & Lee, S. (2017). Forecasting and identifying multi-technology convergence based on patent data: the case of IT and BT industries in 2020. *Scientometrics*, 111(1), 47–65. <https://doi.org/10.1007/S11192-017-2275-4>
- Kiriş, Ş. (2014). AHP and multichoice goal programming integration for course planning. *International Transactions in Operational Research*, 21(5), 819–833. <https://doi.org/10.1111/ITOR.12081>
- Li, J., Sun, M., Han, D., Wu, X., Yang, B., Mao, X., & Zhou, Q. (2018). A governance platform for multi-project management in shipyards. *Computers & Industrial Engineering*, 120, 179–191. <https://doi.org/10.1016/J.CIE.2018.04.026>
- Liu, Y., Eckert, C. M., & Earl, C. (2020). A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements. *Expert Systems with Applications*, 161, 113738. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2020.113738>
- Maccari, E. A., Martins, S. B., & Martins, C. B. (2015). MULTI-CRITERIA PROJECT PRIORITIZATION IN A PROFESSIONAL MASTER'S PROGRAM. *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, 12(2), 393–414. <https://doi.org/10.4301/S1807-17752015000200011>
- Mendoza Mendoza, A. A., Ospino Castro, W. A., & Romero Martínez, D. S. (2016). Aplicación de los métodos de toma de decisiones LP-GW-AHP y lógica difusa para la selección de una electiva académica en la Universidad del Atlántico, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 48, 352–364. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7795763>
- Mohammed, H. J., Al-Jubori, I. A. M., & Kasim, M. M. (2019). Evaluating project management criteria using fuzzy analytic hierarchy Process. *AIP Conference Proceedings*, 2138(1), 040018. <https://doi.org/10.1063/1.5121097>

- Nguyen, P. T., Vu, N. B., Van Nguyen, L., Le, L. P., & Vo, K. D. (2019, January 28). The Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process (F-AHP) in Engineering Project Management. *2018 IEEE 5th International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences, ICETAS 2018*. <https://doi.org/10.1109/ICETAS.2018.8629217>
- Pastor Sanmillán, A. (2014). *Aplicación de las técnicas Despliegue de la Función de Calidad (QFD) y Proceso Analítico Jerárquico (AHP) en el diseño de la oferta de estudios de postgrado: Un análisis transcultural* [Universidad Rey Juan Carlos de Madrid]. <https://burjcdigital.urjc.es/handle/10115/13569>
- Peña Florez, L. A., & Rodríguez-Rojas, Y. L. (2018). Evaluation and Selection of Providers Procedure Based on the Hierarchical Analysis Process and a Mixed Integer/Linear Programming. *Ingeniería*, 23(3), 230–251. <https://doi.org/10.14483/23448393.13316>
- Peñalosa, R. (2019). Making Decisions with Knowledge Base Repairs. In *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics): Vol. 11676 LNAI* (pp. 259–271). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-26773-5_23
- Saaty, T. L. (2006). The analytic network process. In *Decision Making with the Analytic Network Process. International Series in Operations Research & Management Science* (Vol. 95, pp. 1–26). Springer New York LLC. https://doi.org/10.1007/0-387-33987-6_1/COVER/
- Sanmillán, A. P. (2016). Aplicación de las técnicas despliegue de la función de calidad (QFD) y proceso analítico jerárquico (AHP) a la mejora de la calidad de la formación de posgrado. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 5, 11–36. <https://doi.org/10.51302/TCE.2016.95>
- Schilling, M. A. (2013). Choosing Innovation Projects. In *Strategic Management of Technological Innovation* (Fourth Edi). McGraw-Hill.
- Shash, A. A., Al-Salti, M., Alshibani, A., & Hadidi, L. (2021). Predicting Cost Contingency Using Analytical Hierarchy Process and Multi Attribute Utility Theory. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 11(3), 228–242. <https://doi.org/10.2478/JEPPM-2021-0022>
- Silberglitt, R., Anton, P., Howell, D., Wong, A., Gassman, N., Jackson, B., Landree, E., Pfleeger, S., Newton, E., & Wu, F. (2018). The Global Technology Revolution 2020, In-Depth Analyses: Bio/Nano/Materials/Information Trends, Drivers, Barriers, and Social Implications. In *The Global Technology Revolution 2020, In-Depth Analyses: Bio/Nano/Materials/Information Trends, Drivers, Barriers, and Social Implications*. RAND Corporation. <https://doi.org/10.7249/TR303>
- Soto, J. H. de. (2004). La teoría de la eficiencia dinámica. *REVISTA PROCESOS DE MERCADO*, 1(1), 11–71. <https://doi.org/10.52195/PM.V1I1.372>
- Tsinidou, M., Gerogiannis, V., & Fitsilis, P. (2010). Evaluation of the factors that determine quality in higher education: An empirical study. *Quality Assurance in Education*, 18(3), 227–244. <https://doi.org/10.1108/09684881011058669/FULL/XML>
- World Economic Forum. (2016). *Top 10 Emerging Technologies of 2016*.
- Yajure, C., & Arlenis Guzman, Y. (2017). Estudio comparativo de técnicas de toma de decisiones multicriterio para la jerarquización de tecnologías de energías renovables a

utilizar en la producción de electricidad. *Scientia et Technica*, 22(3), 273–280.

<https://doi.org/10.22517/23447214.11591>

Yusof, N. A. M., & Salleh, S. H. (2013). Analytical Hierarchy Process in Multiple Decisions Making for Higher Education in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 81, 389–394. <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2013.06.448>