

Proposal of Quantification of Expectations of the Environment for the Structuring of a curriculum

Cesar Eduardo Silva¹, Xavier Andrés Flores², María Gabriela García³, y Juan Pablo Pérez⁴

^{1,3}Universidad del Valle, Guatemala, cesilva@uvg.edu.gt, gar12234@uvg.edu.gt

^{2,4}Universidad del Valle, Guatemala, flo12036@uvg.edu.gt, per08459@uvg.edu.gt

Curricular improvement process in Universidad del Valle de Guatemala for Industrial Engineering yielded a new core curriculum starting in 2016. The process consisted in ten phases including: the presentation of the discipline, context, fundamental and background justification, objectives, graduate profile, curricular structure, course determination, curriculum core program, and the description of the courses. In this research three critical points are highlighted overall for the core curricular program. The first critical point develops the internal and external context that allows the graduate profile's guidelines to align with the global trends in the industrial engineering discipline. The second critical point, found in this research, was the indirect determination of the graduates, professors, students and employers' expression of their needs. The third critical point consisted in the definition of a decision making criteria. Such criteria, was calculated as a proportion by dividing the quantity of global trends classified under a curricular area over the total global trends for the discipline. This decision making criteria was compared to the resulting sum of the weighted averaged factors multiplied by the crossed data quantification of the indirect determination of the expectations from the four involved groups.

Keywords: Curricular Improvement,

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.076>

ISBN: 978-0-9822896-9-3

ISSN: 2414-6390

Propuesta de Cuantificación de Expectativas del Entorno para la Estructuración de una Malla Curricular

Cesar Eduardo Silva¹, Xavier Andrés Flores², María Gabriela García³, y Juan Pablo Pérez⁴

^{1,3}Universidad del Valle, Guatemala, cesilva@uvg.edu.gt, gar12234@uvg.edu.gt

^{2,4}Universidad del Valle, Guatemala, flor12036@uvg.edu.gt, per08459@uvg.edu.gt

RESUMEN

El proceso de revisión curricular en la Universidad del Valle de Guatemala para la carrera de ingeniería industrial, culminó con una nueva malla curricular funcional a partir del año 2016. Dicho proceso consistió en diez fases: Presentación de la Carrera, Contexto, Justificación, Fundamentación, Objetivos de la Carrera, Perfil de Egreso de la Carrera, Estructura Curricular, Iniciativas Académicas de la Carrera, Malla Curricular y finalmente la Descripción de Iniciativas Académicas. En esta investigación se resaltan los tres puntos críticos para el diseño de la malla curricular. El primer punto crítico es la determinación de un contexto interno y externo que permita focalizar el perfil de egreso de la carrera con las tendencias globales de la disciplina añadiendo las demandas del entorno. Segundo la determinación de las percepciones, de los cuatro grupos de interés de la carrera de ingeniería industrial, se realizó de forma indirecta. El tercer punto crítico consistió en la definición de un criterio de decisión generado matemáticamente con la proporción de la cantidad de tendencias globales bajo un área curricular y la cantidad de tendencias totales. El criterio de decisión se utilizó para comparar el valor resultante de la sumatoria de las ponderaciones de priorización sobre los grupos de interés, multiplicados por las proporciones cuantificadas de datos cruzados ante las expectativas de los mismos.

Palabras clave: *Diseño Curricular, Cuantificación de Expectativas, Análisis de Datos, Ingeniería Industrial*

ABSTRACT

Curricular improvement process in Universidad del Valle de Guatemala for Industrial Engineering yielded a new core curriculum starting in 2016. The process consisted in ten phases including: the presentation of the discipline, context, fundamental and background justification, objectives, graduate profile, curricular structure, course determination, curriculum core program, and the description of the courses. In this research three critical points are highlighted overall for the core curricular program. The first critical point develops the internal and external context that allows the graduate profile's guidelines to align with the global trends in the industrial engineering discipline. The second critical point, found in this research, was the indirect determination of the graduates, professors, students and employers' expression of their needs. The third critical point consisted in the definition of a decision making criteria. Such criteria, was calculated as a proportion by dividing the quantity of global trends classified under a curricular area over the total global trends for the discipline. This decision making criteria was compared to the resulting sum of the weighted averaged factors

multiplied by the crossed data quantification of the indirect determination of the expectations from the four involved groups.

Keywords: *Curricular Improvement, Expectation Quantification, Data Analysis, Industrial Engineering*

A. Base teórica

La Universidad del Valle de Guatemala (UVG) realiza una revisión curricular periódicamente. Durante dichos periodos se recopila información para actualizar la malla curricular de cada carrera. El procedimiento de revisión curricular está basado en el artículo de Gustavo Hawes, complementado con las directrices institucionales proporcionadas por la Dirección de Estudios de la UVG [1].

En base a dicho artículo de investigación se utiliza en la Universidad del Valle de Guatemala, las siguientes diez fases: Presentación de la Carrera, Contexto, Justificación, Fundamentación, Objetivos de la Carrera, Perfil de Egreso de la Carrera, Estructura Curricular, Iniciativas Académicas de la Carrera, Malla Curricular y finalmente la Descripción de Iniciativas Académicas[1].

Para describir muy brevemente cada paso del procedimiento planteado por las directrices institucionales de la UVG, se presenta a continuación el resumen. La primera fase de la revisión curricular requiere una definición del Plan de Estudios. A esta fase se le conoce como Presentación de la Carrera. Se entiende por Plan de Estudios el conjunto de actividades académicas organizadas sistemáticamente.

Se define por parte de la universidad, en base a la teoría, dos contextos; un contexto interno y un contexto externo. El contexto externo presenta una descripción de la dimensión social y profesional de la carrera, además de las necesidades sociales, laborales, ofertas curriculares y tendencias mundiales. El contexto interno es la relación entre la carrera con la visión y misión de la universidad, y los fines de la facultad a la que pertenece.

La justificación de la carrera indaga y profundiza en las razones por las cuales se establece la misma. También especifica los fundamentos y alcances de la carrera. Además la justificación responde directamente al contexto, tanto interno como externo, y a las necesidades del mercado laboral. La fundamentación presenta un respaldo académico conteniendo las teorías científicas validadas de la carrera, así como los principios teórico-metodológicos.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2016.1.1.076>

ISBN: 978-0-9822896-9-3

ISSN: 2414-6390

Los objetivos de la carrera representan y sintetizan la identidad que la universidad desea manifestar a la sociedad. Los objetivos también tienen como fin, enmarcar el impacto que debe ocurrir por parte de la carrera en la sociedad. Finalmente, los objetivos deben expresar la contribución de la institución al desarrollo nacional en un área específica de la profesión.

El perfil de egreso describe las competencias propias de cada carrera. Presenta aspectos genéricos y específicos de cada una de las especializaciones y áreas de formación profesional. La estructura curricular es la definición de las áreas en las que se desempeñará el profesional.

En base a la estructura curricular se definen las iniciativas académicas con sus respectivos valores en créditos. Las iniciativas académicas son las unidades de trabajo fundamentales que le darán estructura a la malla curricular. La malla curricular es la representación gráfica de las iniciativas académicas distribuidas por años y ciclos. Finalmente se diseñan las metodologías de enseñanza-aprendizaje para desarrollar las competencias definidas en cada iniciativa académica.

B. Propuesta de Metodología para Ingeniería Industrial

En el año 2015 se cerró el ciclo de revisión curricular en la UVG. En esta investigación se exponen los resultados de la implementación de la propuesta de metodología para la mejora del currículo de la carrera de Ingeniería Industrial. Para dicha propuesta se siguieron las diez fases que utiliza la revisión curricular en la universidad.

La propuesta se centró en la cuantificación de las demandas del entorno en un análisis de datos cruzados con las tendencias halladas en la fase de contexto externo.

La primera fase se denominó presentación de la carrera, ésta incluyó la definición del plan de estudios de ingeniería industrial. Según el Instituto de Ingenieros Industriales (IIE), la rama de ingeniería industrial involucra el diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía. La ingeniería industrial es una rama técnica que se basa en conocimiento y habilidades matemáticas, físicas y científico-sociales en conjunto con los principios y métodos de ingeniería. El objetivo de la disciplina es aplicar dichos métodos de ingeniería para el análisis y diseño, permitiendo especificar, predecir, evaluar y controlar resultados que se pueden obtener de diversos sistemas [2].

Para definir el contexto externo se utilizaron las tendencias globales en Ingeniería Industrial. Dichas tendencias se expusieron en un panel de discusión durante la conferencia anual del Instituto de Ingenieros Industriales (IIE) en 2015. Durante dicha exposición las Universidades de Berkeley, North Carolina, Michigan y Georgia Institute of Technology (Georgia Tech) compartieron los resultados de sus revisiones curriculares y de la misma se expusieron las siguientes tendencias para la Ingeniería Industrial:

Tabla I: Tendencias Globales de Ingeniería Industrial

Codificación	Tendencia Identificada
A	Enfoque por sistemas para el análisis
B	Las competencias desarrolladas en el área de matemática en la disciplina de ingeniería abarca el nivel equivalente de las competencias cubiertas en Investigación de Operaciones
C	Necesidad creciente de estadística analítica en múltiples campos profesionales
D	Los Ingenieros Industriales no son los únicos competentes para ejercer como tales, ya que existe una alta demanda de los Master in Business Administration (MBA's)
E	Estadística inferencial para manejar la incertidumbre
F	Es una profesión que se percibe como multifuncional
G	Gestionar la cadena de suministro con herramientas lógicas
H	Necesidad de incluir diseño de procesos de manufactura y diseño de productos
I	Alta demanda de competencias en finanzas
J	Capacidad para recolección de datos, minería de datos ("Data Cleaning" y bases de datos)
K	Deben desarrollar un pensamiento lógico de procesamiento (programación de algoritmos y diagramas de flujo)
L	Alta demanda de ingenieros industriales para desarrollar proyectos de servicios y sociales
M	Innovación y emprendimiento no son obligatorios sino presentados como selectivos
N	Alta demanda de "Distance Learning" (MOOC)
O	Selectivos entre especializaciones como Mercadeo, contabilidad, administración de recursos humanos.
P	Alta demanda de prácticas profesionales e "Internships"

La dimensión interna del contexto, focaliza la carrera de Ingeniería Industrial para alinear la misma con las directrices institucionales de la UVG. Una de las directrices institucionales presentó como requisito incluir las iniciativas

académicas de formación general en todas las carreras de la universidad. Otra de las directrices institucionales exigió que exista una transferencia de ciencia y tecnología a la sociedad desde el área de formación. A esta directriz se le conoce como extensión universitaria.

La investigación científica es el centro de convergencia entre los objetivos comunes del contexto interno y externo. La carrera de Ingeniería Industrial se encarga de aplicar la investigación científica en el entorno nacional. La Universidad del Valle de Guatemala define la investigación científica y aplicada como uno de sus ejes transversales considerando los distintos factores económicos, ambientales y socio-culturales.

Para el desarrollo integral de las competencias del graduado de la UVG, la universidad considera fundamental la aplicación de los conocimientos en el ámbito profesional. Además dentro de cada plan de estudios se aprovecha la práctica profesional como el medio por el cual se convierte la investigación científica a investigación aplicada.

Con el avance de la tecnología, Guatemala se abrió brecha en una industria cada vez más influenciada por la globalización. Esto justificó en 1991, que la UVG iniciara con la carrera de Ingeniería Industrial. Debido a la característica multidisciplinaria de la profesión de ingeniería industrial, las teorías que la respaldan comprenden una amplia variedad. Los pilares fundamentales de estas teorías son el pensamiento crítico y analítico. Bajo este conjunto de teorías fundamentales el proceso curricular apoya el marco epistemológico de la carrera.

En base al contexto interno y externo antes mencionado, se definieron los objetivos de la carrera de Ingeniería Industrial. El primer objetivo de la carrera definía que para el contexto guatemalteco se requiere un profesional con los conocimientos técnicos y que implemente el pensamiento ingenieril en la industria. Con el segundo objetivo específico, se responde al contexto externo de la tendencia global de formar un profesional con un enfoque por sistemas. Dicho profesional utiliza éste enfoque para dirigir equipos explotando la multidisciplinariedad de la carrera.

El tercer objetivo de la carrera de Ingeniería Industrial responde a la demanda de un profesional con conocimientos técnicos, sociales y económicos en la región centroamericana y particularmente en Guatemala. El último objetivo de la carrera se definió para proporcionar a la sociedad un profesional comprometido con su desarrollo técnico permanentemente.

El perfil de egreso de la carrera fue definido por la Universidad del Valle de Guatemala y autorizado desde la presentación de la misma en 1991. Después de los procesos de revisión curricular desde su año de presentación, el perfil de egreso de la carrera de ingeniería industrial se ha adaptado a los requerimientos de la realidad nacional e internacional. En la Tabla II se presentan las competencias genéricas de la UVG que el profesional graduado desarrolla durante su carrera.

Tabla II: Competencias Genéricas de la Universidad del Valle de Guatemala

Competencias Genéricas
1. Piensa de manera crítica y analítica
2. Se comunica con efectividad
3. Trabaja en equipo
4. Resuelve problemas de manera efectiva
5. Utiliza adecuadamente la tecnología
6. Ejerce liderazgo
7. Actúa éticamente
8. Investiga en diferentes áreas del conocimiento
9. Desarrolla habilidades de metacognición
10. Actúa en forma emprendedora e innovadora

Se observa en la Tabla III, las competencias específicas de la carrera de Ingeniería Industrial presentadas en el perfil de egreso. Dichas competencias las desarrollan los estudiantes que participan en la carrera durante su proceso de formación académica.

Tabla III: Competencias Específicas de la Carrera de Ingeniería Industrial

Competencias Específicas
Ejecuta estudios de logística para garantizar el buen funcionamiento de la cadena de suministro de cualquier organización.
Realiza investigación en el ámbito industrial para mantener la iniciativa de innovación en la carrera, aprovechar de forma óptima los recursos y satisfacer las necesidades de un mercado altamente competitivo.
Desarrolla productos y procesos para la mejora continua en el ambiente industrial y organizacional.
Diseña productos que agregan valor durante todo el ciclo de vida para satisfacer distintas necesidades.
Utiliza las herramientas financieras y económicas para la toma de decisiones en el ámbito en donde se desenvuelve.
Planifica y ejecuta adecuadamente utilizando las técnicas de evaluación de proyectos en un entorno demandante
Ejecuta un plan de trabajo, previamente elaborado, en cualquier tipo de organización.

En el primer paso para la definición de la estructura curricular, se definieron los ámbitos de realización del ingeniero industrial. Para este paso se determinó que un ingeniero industrial puede ejercer en cualquier ámbito en el que existan procesos. Un proceso, se entiende como un conjunto de operaciones combinadas que requieren insumos para cumplir un fin delimitado. En base a estos ámbitos de realización, se integraron las siguientes áreas curriculares: Gestión Logística, Procesos y Producción, Economía y Finanzas, Proyectos Profesionales, y Estrategias Empresariales.

Según éstas seis áreas curriculares, se plantearon los desempeños esperados que un estudiante de la UVG debía alcanzar para cumplir el perfil de graduado de ingeniería industrial. Dichos desempeños esperados se categorizaron, en base a la triple dimensión de una competencia académico-profesional, en tres niveles de desarrollo. El primer nivel presenta el conjunto de conocimientos básicos de la disciplina. El segundo nivel agrupa las competencias que permiten desarrollar el análisis crítico bajo las ciencias básicas para la profesión. El último nivel provee al estudiante de una formación profesional que le permite ejecutar cualquier estudio que el entorno demande.

Un crédito es una medida de conversión utilizada en la UVG para que los niveles de desempeño esperados sean distribuidos en una dimensión temporal. En base a la cantidad de créditos que se requieren para alcanzar un determinado nivel de desempeño esperado, conocimiento básico de la disciplina, ciencias básicas para la profesión y formación profesional, se definieron y estructuraron las iniciativas académicas.

II. PROPUESTA DE CUANTIFICACIÓN DE PERCEPCIONES PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LA MALLA CURRICULAR

En base a las tendencias presentadas en la Tabla I se diseñó una encuesta para recolectar información sobre las percepciones de diversos grupos de interés de la carrera de Ingeniería Industrial de la UVG. Los grupos de interés que se consideraron críticos para la propuesta son: graduados, estudiantes, catedráticos y empleadores.

Manteniendo la visión educativa de la Universidad del Valle de Guatemala, se procedió a clasificar las tendencias en cada una de las áreas curriculares. De esta manera se estableció un criterio base para agruparlas según la forma en la que se abarcaron académicamente.

Tabla IV: Clasificación de las tendencias globales de la Ingeniería Industrial según las áreas curriculares que las abarcan

Áreas Curriculares	Tendencias que abarcan			
Gestión Logística	A	B	G	
Procesos y Producción	C	H	K	
Estrategias Empresariales	D	M	N	O
Economía y Finanzas	E	I	J	
Proyectos Profesionales	F	L	P	

Además se asociaron las tendencias presentadas en la Tabla I con los resultados de la encuesta y se resumen en la Tabla V a continuación.

Tabla V: Cuantificación de expectativas de los graduados de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle de Guatemala

Tendencia	Graduados de la Carrera de Ingeniería Industrial
A	82.91%
B	89.47%
C	69.74%
D	75.00%
E	69.00%
F	75.00%
G	68.76%
H	74.15%
I	63.43%
J	68.18%
K	97.00%
L	54.98%
M	63.64%
N	63.10%
O	84.21%
P	69.70%

En el caso del área curricular de Gestión Logística, se encuestó a los graduados de la carrera de ingeniería industrial, y el 82.91% de los mismos respondió que requieren un enfoque por sistemas para desempeñar de mejor manera sus labores. De la misma forma se cuantificaron las percepciones de los graduados al preguntarles sobre las tendencias, que según la Tabla IV, se clasificaron bajo el área curricular de Gestión Logística.

El 69.74% de los graduados de la carrera de ingeniería industrial, indicaron en la encuesta que requieren de herramientas estadísticas en sus campos laborales. Los mismos expresaron la importancia que tienen el análisis de datos estadísticos para la toma de decisiones. De ésta forma se cuantificaron el resto de tendencias que son abarcadas en el área curricular de Procesos y Producción.

Para cuantificar las diversas tendencias que se clasificaron bajo el área curricular de Estrategias Empresariales se toma el ejemplo de la tendencia codificada con la letra “N”. En total, el 63.10% de los graduados de la UVG en la carrera de ingeniería industrial expresaron que es conveniente prepararse mediante cursos en línea para el área profesional en la que se desempeñan para un mejor manejo del tiempo.

Otra tendencia global, indica que los ingenieros industriales son demandados en el mercado laboral por el desarrollo de competencias en finanzas. En la encuesta realizada un 63.34% de los graduados indicaron que sus puestos requieren un alto grado de desarrollo de competencias profesionales enfocadas en el área financiera.

Finalmente se clasificó bajo el área curricular de Proyectos Profesionales, la tendencia global identificada como la alta demanda de ingenieros industriales para que desarrollen proyectos sociales y de servicios. Una proporción equivalente al 54.98% de los graduados de ingeniería industrial de la UVG, resaltan la importancia de la responsabilidad social-empresarial en el mercado global.

Tabla VI: Cuantificación de expectativas de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle de Guatemala

Tendencia	Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial
A	54.29%
B	85.23%
C	70.31%
D	82.95%
E	40.00%
F	61.54%
G	36.37%
H	38.30%
I	23.86%
J	40.00%
K	75.55%
L	78.76%
M	69.23%
N	69.23%
O	71.15%
P	25.00%

En la Tabla VI se presentan los resultados de las encuestas para la cuantificación de las expectativas de los estudiantes de la UVG de la carrera de Ingeniería Industrial. Empezando con el área curricular de Gestión Logística; el 85.23% de los estudiantes perciben que los conocimientos, que adquieren en el curso de la antigua malla curricular de Investigación de Operaciones, son desarrollados suficientemente y con alto grado de desempeño en los cursos de formación general.

El 75.55% de los estudiantes expresaron su deseo de complementar las competencias específicas de la carrera con herramientas de software para la simulación de procesos. Estas herramientas fortalecerían el área curricular de Procesos y Producción y para ello deberán desarrollar competencias que demanden un pensamiento lógico de procesamiento. Una tendencia global identificada en la rama de ingeniería industrial para la utilización de dichas herramientas de software, requiere que los estudiantes utilicen los diagramas de flujo como gráficos de expresión del análisis de procesos.

El 71.15% de los estudiantes sugirieron en la encuesta realizada que se aumente la cantidad de selectivos en la malla curricular de ingeniería industrial. Una de las tendencias globales identificadas presenta opción de cursos selectivos como Mercadeo, Contabilidad, Administración del Recurso Humano además de otros cursos de desarrollo profesional. Dichos cursos pueden estructurarse bajo el área curricular de

Estrategias Empresariales en el plan de estudios de Ingeniería Industrial de la UVG.

Bajo el área curricular de Economía y Finanzas, se cuestionó a los estudiantes de la carrera de ingeniería industrial de la UVG, sobre la exactitud que les proporcionaría la utilización de la estadística inferencial para gestionar la incertidumbre. El 40% de los estudiantes opinó que para sus carreras profesionales la estadística inferencial les será de alta utilidad.

El 61.54% de los estudiantes indicó que una de las razones por la que estudian la carrera de ingeniería industrial es por la múltiple cantidad de funciones que pueden ejercer en la misma. Además los estudiantes indicaron que los Proyectos Profesionales es una de las áreas curriculares más relevantes de la disciplina de ingeniería industrial. Esto refuerza la tendencia que se halló sobre la percepción de la ingeniería industrial como una profesión con múltiples campos laborales posibles.

Tabla VII: Cuantificación de expectativas de los catedráticos de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad del Valle de Guatemala

Tendencia	Catedráticos de la Carrera de Ingeniería Industrial
A	84.62%
B	69.23%
C	60.00%
D	80.00%
E	60.00%
F	58.33%
G	59.62%
H	73.33%
I	69.05%
J	78.33%
K	95.00%
L	73.33%
M	73.33%
N	73.33%
O	80.00%
P	100.00%

En la Tabla VII se pueden observar los resultados de la cuantificación de expectativas de los catedráticos de la carrera de Ingeniería Industrial. Se puede observar que en el área curricular de Gestión Logística, los catedráticos expresaron que del total de competencias en logística que desarrollan los

ingenieros industriales en la UVG, falta desarrollar el uso de herramientas en un 59.62%.

Para la evaluación de percepciones del área curricular de Procesos y Producción, el 60% de los catedráticos respondieron que en dicha área los estudiantes pueden complementar sus conocimientos con herramientas de estadística analítica.

El 80% de los catedráticos de la carrera de Ingeniería Industrial, considera que la cantidad de selectivos en la actual malla curricular se puede aumentar. Además se respaldaron comentando que la tendencia, codificada como “O”, de incluir más selectivos de áreas como la minería de datos y la mercadotecnia reforzaría la visión analítica por sistemas del ingeniero industrial. Esta pregunta realizada a los catedráticos respondía al área de Estrategias Empresariales.

El 78.33% del total de catedráticos opinó que los estudiantes pueden implementar los conocimientos de la minería de datos en el análisis de oferta y demanda, en el área de Economía y Finanzas.

En el área curricular de Proyectos Profesionales, según el 73.33% de los catedráticos, los estudiantes requerirán de conocimientos en desarrollo y evaluación de proyectos no solo para fines lucrativos sino también en proyectos sociales.

Tabla VIII: Cuantificación de expectativas de los empleadores sobre los profesionales en Ingeniería Industrial

Tendencia	Empleadores
A	83.00%
B	83.00%
C	89.00%
D	44.50%
E	89.00%
F	50.00%
G	67.00%
H	22.00%
I	77.78%
J	33.00%
K	79.16%
L	100.00%
M	34.00%
N	50.00%
O	83.50%
P	83.00%

Se realizó la encuesta también para el grupo de interés de empleadores. Para obtener una realimentación, sobre el área de Gestión Logística, se les solicitó que indicaran qué competencia podrían demandar de un ingeniero industrial en mayor grado de desarrollo. Un total de 83% de los empleadores respondieron que los ingenieros industriales, que

contrataban, podrían desarrollar en mayor grado una visión por sistemas para el análisis de cualquier mejora en sus respectivas empresas.

En el área de Procesos y Producción, los empleadores encuestados indicaron en un 79.16% que las competencias que debían desarrollar los ingenieros industriales se basan en un pensamiento lógico y crítico.

El 83.50% de los empleadores sugirieron una serie de características adicionales que les gustaría encontrar en los ingenieros industriales que contratan. Entre estas características estaban las habilidades y manejo de conceptos de contabilidad, conocimiento de técnicas de mercadeo y posicionamiento de productos y marcas, entre otros. Estas características adicionales aportaron información de los requerimientos de los empleadores para los ingenieros industriales en el área curricular de Estrategias Empresariales.

Para el área de Economía y Finanzas se preguntó a los empleadores qué competencia apreciaban más de los ingenieros industriales que contrataban. El 77.78% de los empleadores respondió que requerían de los ingenieros industriales competencias altamente desarrolladas en el área de finanzas.

El 83% de los empleadores respondió que contratarían y emplearían a ingenieros industriales para el desarrollo de proyectos. Aportando al área curricular de Proyectos Profesionales, los empleadores afirmaron que están dispuestos a contratar profesionales de la rama de ingeniería industrial desde las prácticas.

Las cinco áreas curriculares codificadas y presentadas en la Tabla IV, contienen una cantidad asociada de tendencias de la ingeniería industrial (presentadas en la Tabla I). A partir de eso se definió un criterio de decisión que permitiera seleccionar las tendencias de ingeniería industrial que correspondiera a cada área curricular. Dicho criterio de decisión se calcula matemáticamente como una proporción, dividiendo la cantidad de tendencias pertenecientes a un área curricular entre la cantidad de tendencias totales a considerar.

Después de finalizar el cálculo de la cuantificación de percepciones y contando con el criterio de decisión numérico se procedió a formar una matriz con las Tablas V a VIII. Las mismas se presentan como Tablas individuales para efectos de presentación de esta investigación, sin embargo forman parte de una matriz de 16 filas por cuatro columnas. Las filas representan las 16 tendencias encontradas en la disciplina de ingeniería industrial y las columnas son los cuatro grupos de interés involucrados en el proceso de educación universitaria: empleadores, graduados, estudiantes y catedráticos. En base a esta matriz se puede realizar un análisis de datos cruzados para determinar las necesidades y demandas de los grupos de interés antes mencionados.

Para cada grupo de interés se asoció un factor de ponderación que permitió una clasificación por prioridades de los mismos. Se priorizó según los criterios presentados en esta investigación en la sección de discusión. Después se multiplicó

cada factor de ponderación por su porcentaje en la fila y columna correspondiente para obtener un porcentaje ponderado. Este porcentaje ponderado por fila y columna se suma con los demás porcentajes ponderados para cada grupo de interés hasta obtener un porcentaje total ponderado para cada tendencia.

Este porcentaje total ponderado se comparó con cada criterio de decisión para seleccionar qué tendencias de la ingeniería industrial se aplicaron a cada área curricular.

III. RESULTADOS

En base a la propuesta anterior, se diseñó un modelo de generación de matriz cuya estructura se basa en la cuantificación ponderada de las expectativas de forma indirecta en los grupos de interés. El resultado es una matriz tridimensional compuesta por los rubros: grupos de interés, tendencias y áreas curriculares.

X111	X112	X113	X114
X121	X122	X123	X124
X131	X132	X133	X134
X211	X212	X213	X214
X221	X222	X223	X224
X231	X232	X233	X234
X311	X312	X313	X314
X321	X322	X323	X324
X331	X332	X333	X334
X411	X412	X413	X414
X421	X422	X423	X424
X431	X432	X433	X434
X511	X512	X513	X514
X521	X522	X523	X524
X531	X532	X533	X534
X541	X542	X543	X544

(1)

La matriz (1) presenta la asociación entre las expectativas cuantificadas indirectamente de los grupos de interés con las tendencias agrupadas dentro de las áreas curriculares.

El conjunto matemático que describe los elementos que componen la matriz se representa matemáticamente por la expresión

$$X \in \mathcal{M}_{i \times j \times k}(\mathbb{R}) \quad (2)$$

Dado que i es el número que representa la posición del área curricular, j es el número de posición de la tendencia dentro del área curricular i y k es el número que denomina al grupo de interés. A continuación se presenta la generalización de la matriz obtenida con (2):

$$\begin{matrix} X_{111} & X_{112} & \dots & X_{11k} \\ X_{121} & X_{122} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \ddots & \dots \\ X_{ij1} & \dots & \dots & X_{ijk} \end{matrix} \quad (3)$$

Adicionalmente, se añade un factor a cada elemento de la matriz que permite realizar el porcentaje ponderado el cual determina la escala de ajuste del valor de proporción que tiene cada elemento sobre el área curricular.

$$a_{ijk} = \{x / 0 < x < 1\} \quad (4)$$

La expresión (4) restringe los factores a_{ijk} para que sus valores sean un número decimal entre cero y uno que representa el porcentaje de participación de cada grupo de interés en la tendencia dentro del área curricular.

Para asegurarse que se cumpla con el total de participación, se asigna una restricción que compruebe la suma entre los factores que afectan a un área curricular. Esto se guía con la sumatoria

$$\sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ijk} = 1 \quad (5)$$

Dentro de la matriz m es la cantidad de grupos de interés y n es la cantidad de tendencias que se encuentran en el área curricular i . Esta generalización matemática realimenta con la información pertinente, durante el proceso de revisión curricular, desde la fase de contexto hasta la descripción de las iniciativas académicas y su orden en la malla curricular.

Por ejemplo, el curso de Ingeniería Social se encuentra dentro del área curricular de proyectos profesionales. Dentro de dicha área curricular se encuentran tres tendencias de la ingeniería industrial codificadas en la Tabla 4 como F, L y P. Estas tendencias son: La profesión de ingeniería industrial se percibe como multifuncional, la creciente demanda de ingenieros industriales para desarrollar proyectos de servicios y sociales, el nivel alto de demanda de prácticas profesionales e “internships” por parte de ingenieros industriales codificadas como F, L y P respectivamente.

El elemento “ X_{ijk} ” de la matriz, que corresponde al cálculo de ponderaciones con la doble sumatoria (5), se calculó de la siguiente manera. Considerando los factores definidos para el cálculo de “ a_{ijk} ” en (4), en el área curricular de proyectos profesionales se encuentran tres tendencias globales. Dichas tendencias fueron ponderadas con factores de

0.1, 0.1 y 0.2 para F, L y P respectivamente. Esto se debe a que la cuantificación de percepciones del grupo de interés de graduados para las tendencias de F y L se determinó a través de una interpretación indirecta de la escala de opinión en la encuesta. Mientras que para la tendencia P se determinó la cuantificación porcentual de la opinión de graduados de una pregunta directa. La pregunta realizada a los graduados cuestionaba la percepción de uso de prácticas profesionales o “internships” de manera directa y por ello se determinó un factor de ponderación del doble que para las tendencias F y L. Así se determinaron los distintos factores ponderados para cada porcentaje según las respuestas directas o indirectas ante las preguntas en la encuesta.

El factor de los grupos de interés se determinó que serían 0.1, 0.2, 0.3, y 0.4 para catedráticos, estudiantes, empleadores y graduados respectivamente. El factor menor se concedió a los catedráticos pues presentaron en las encuestas una resistencia mayor al cambio de la malla curricular. El factor de 0.02 se asignó a los estudiantes que también en una percepción de pertenencia a la actual malla curricular tendrían cierta aversión al cambio. Las ponderaciones en las percepciones mayores fueron para los empleadores y graduados que mostraron mayor conocimiento sobre los requerimientos del mercado y las necesidades puntuales de un profesional de ingeniería industrial, ante la oferta académica en Guatemala. En total los porcentajes de percepción por parte de los grupos de interés en la doble sumatoria (5) para las tendencias globales F, L y P participan dentro del área curricular de proyectos profesionales cuyas competencias se desarrollan en los cursos que se integran en Ingeniería Social.

De esta forma se puede generalizar la metodología propuesta para la cuantificación de expectativas de los grupos de interés, directamente involucrados, con los profesionales en cualquier rama disciplinaria. Este modelo deberá ser contextualizado en base a los parámetros pertinentes a las diez fases utilizadas en la revisión curricular de la carrera de ingeniería industrial en la Universidad del Valle de Guatemala.

IV. DISCUSIÓN

Es importante reconocer que un factor de subjetividad de la propuesta de metodología, desarrollada a lo largo de esta investigación, es el conjunto de percepciones de los cuatro grupos de interés. Cualquier modelo que busque cuantificar dichas percepciones para comprender las demandas y finalmente expectativas de cualquier ser humano llevará dicho factor.

Sin embargo, es importante mencionar que el factor de subjetividad es la base para el realismo de éste modelo. Además la importancia de cuantificar dichas expectativas de forma indirecta recae en que el diseño de las encuestas. Para estas encuestas se utilizó el conjunto de preguntas para captar las percepciones sin cuestionar las expectativas directamente.

Dentro de los grupos de interés, que consideró la revisión curricular en la UVG, después de la cuantificación de expectativas se tomaron en cuenta diversos puntos para ponderar la priorización de las mismas en el cálculo presentado en la sección de resultados.

Para el grupo de interés de los estudiantes de la UVG, se identificó un componente de inclinación hacia una tendencia que se encuentra relacionada en un ámbito estudiantil y no laboral. Dicha inclinación se encontró luego de evaluar los resultados de una campaña de soporte a los estudiantes en su adaptación a la universidad. La campaña fue presentada como iniciativa y concretizada mediante un seminario que los estudiantes cursaron durante su primer año en la UVG. La campaña arrancó en el año 2012 bajo el nombre y concepto de Seminario de Coaching Educativo. Muchos estudiantes mantuvieron contacto con sus coaches para realimentar a un nivel más concreto sobre su experiencia en la universidad. Por esta realimentación obtenida se decidió ponderar el grupo de interés de los estudiantes como el más bajo dado el contexto de la carrera de ingeniería industrial en la UVG.

En el grupo de interés de los catedráticos es importante mencionar que en promedio, los docentes que respondieron la encuesta acumulan 7 años de realizar su trabajo docente en la UVG. Esta información es relevante ya que el contexto curricular previo al año 2008, es considerablemente distinto al que se ha desarrollado en la universidad hasta la actualidad. Además se consideró que en los catedráticos, como grupo de interés oferente de conocimientos, puede ocurrir una resistencia al cambio. Esto se debe al proceso de cambio que experimenta todo docente cuando debe enseñar de una forma distinta a la que aprendió. El cambio de una visión académica por contenidos a una visión por competencias presenta en los catedráticos un reto a vencer para poder desarrollar conocimientos en sus respectivos estudiantes. Debido a esto se ponderó el grupo de interés de catedráticos como el siguiente más bajo después de estudiantes.

Tercero se consideró el grupo de interés de los empleadores. Bajo la metodología actual es importante considerar que el 30% de los empleadores, que realizaron la encuesta, son egresados de la UVG desde el año 2008 por lo menos. Esto, reforzando el punto discutido en el grupo de interés de los catedráticos, fue tomado en cuenta para la ponderación puesto que el contexto curricular era muy distinto al actual. Es por ello que el siguiente grupo de interés en orden creciente de ponderación es el de empleadores.

Finalmente el grupo de interés de los graduados presenta el factor de ponderación más alto en la expresión matemática planteada en la sección de resultados. Se consideró debido a todo lo anterior que este grupo de interés contaría con el factor de ponderación más alto. También es importante aclarar que los graduados presentan una característica elemental, en términos económicos, que disminuye la información asimétrica que se presenta en todo proceso. Dicha característica se apoya en conocer la oferta académica, pues son graduados de la

carrera de ingeniería industrial y la demanda de profesionales, ya que participan directamente en el mercado laboral. De esta forma conocen lo que el mercado requiere y demanda de los profesionales en la rama, al mismo tiempo que saben lo que ofrece la carrera de ingeniería industrial académicamente.

VI. CONCLUSIONES

Se encontraron diversos puntos críticos para la propuesta de cuantificación de expectativas del entorno para la estructuración de la malla curricular de la carrera de ingeniería industrial de la UVG. El primero fue la determinación del contexto interno y externo bajo el cual se ve directamente afectado el proceso de revisión curricular. El segundo punto crítico hallado fue la determinación indirecta de las percepciones de los cuatro grupos de interés. Finalmente el tercer punto crítico fue el criterio de decisión generado matemáticamente con la proporción de la cantidad de tendencias clasificadas bajo un área curricular y la cantidad de tendencias totales.

De los cuatro grupos de interés, considerados en la metodología de revisión curricular en la Universidad del Valle de Guatemala, el grupo con mayor factor de ponderación es el de graduados. Esto se debió a que los graduados presentan un conocimiento que disminuye la información asimétrica conociendo la oferta académica de la universidad y las demandas laborales de las empresas en las que trabajan.

VII. REFERENCIAS

- [1] Hawes, G. (2010). Del perfil de egreso a la malla curricular. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- [2] Çetinkaya, Sila. Ryan, Jennifer. ISERC 2015 Program Co-Chairs. "IIE Annual Conference Proceedings". Disponible en: [http://www.xcdsystem.com/iie/2015_proceedings/index.html] ISBN Number: 978-0-9837624-4-7