

Modelo de cuantificación de incentivos como expresión de las competencias laborales demandadas en solicitudes de profesionales de ingeniería en Guatemala

Juan Pablo Pérez¹, César Silva¹, Adriana Castañeda², Antonio Flores², Werner Morales², Jennifer Hidalgo², Natsu Solares², Luis Camó² y Eduardo Álvarez³

¹Centro de Procesos Industriales, Instituto de Investigaciones; ²Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería; ³Dirección de Estudios, Universidad del Valle de Guatemala
cesilva@uvg.edu.gt

RESUMEN: Según la Teoría de la Información las señales informativas deben presentarse a través de un canal. Las plataformas digitales e impresas contienen información de carácter investigativo relevante para distintos fines. Este proyecto de investigación utiliza información, proveniente de los anuncios de solicitud de empleados y los perfiles de profesionales de ingeniería en la red social *LinkedIn*, para la construcción de un modelo de cuantificación de incentivos del mercado laboral de ingeniería en Guatemala. El modelo presenta 17 variables para la oferta y la demanda junto a sus valoraciones en un proceso de mercado. Estas variables y sus respectivas valoraciones se adaptan a un modelo cataláctico para el análisis económico de los grupos de interés. Al adaptarlo a un modelo de análisis cataláctico se puede comparar las valoraciones subjetivas y relativas de las empresas que demandan profesionales y los profesionales de ingeniería.

PALABRAS CLAVE: Cuantificación de Incentivos, Mercado Laboral, Ingeniería en Guatemala.

Incentive quantification model as a competence expression for engineers in the labor market in Guatemala

ABSTRACT: Based on Information Theory, informative signals must travel through a channel. Digital platforms and press requirements contain valuable information for research in countries like Guatemala. This research project uses information from job requirement advertising and professional profiles in *LinkedIn* to build a quantitative incentive model for labor market. The model has seventeen variables for supply and demand and quantifies its appraisal values in a catalytic model. This model is used to analyze stakeholders in the Guatemalan economy to compare the subjective appraisal of suppliers and companies that make up the demand in such market.

KEYWORDS: Incentives, Labor Market, Engineering in Guatemala.

Introducción

La Teoría de la Señalización planteada por Kenneth Arrow (1973), Michael Spence (1973) y Joseph Stiglitz (1956) para los mercados laborales (Iglesias, 2005) presenta un marco contextual para el siguiente modelo de cuantificación de incentivos. Dicha teoría indica que ante un mercado que

presenta la problemática de la información asimétrica, la demanda de profesionales busca señales en los títulos académicos universitarios para asegurar la competencia de sus trabajadores.

La praxeología es definida por Ludwig Von Mises como la ciencia que estudia la acción humana (Mises, 1966). Esta definición se utiliza en este proyecto de investigación como antecedente y metodología de análisis de un proceso de mercado. Dicho proceso de mercado identificado como cataláctica (Mises, p.233) modela las valoraciones subjetivas y relativas de la oferta y la demanda para el establecimiento de un rango de intercambio económico.

El proceso de mercado en un modelo cataláctico para el análisis de las señales presentadas por la oferta y demanda de profesionales en Guatemala, requiere de la utilización de información que se cuantifica en incentivos. El concepto de información mencionado anteriormente se adquiere de la etimología de la palabra “información” que es *morfè*. De este origen surge la palabra forma, y el concepto que se adapta en el modelo a continuación, analiza cómo la información adquiere la “forma” de incentivos (Nebrija, 1945). Dicha información requiere ser decodificada, que, según la teoría de información, es el proceso de conversión de la información emitida por un agente económico (Welsh, 1988).

Materiales y métodos

Para el modelo de cuantificación de incentivos se analizaron datos de los agentes económicos del mercado laboral de profesionales en Guatemala. Se trabajó en 4 fases la construcción del modelo de cuantificación de incentivos siendo estas: la recolección de datos de interés, clasificación de los mismos, cuantificación de valoraciones relativas y marginales de los agentes, y finalmente la construcción del modelo con ajustes para cada valoración según su contexto.

• **Fase 1:** Para la demanda de profesionales se utilizaron las publicaciones de solicitud de empleados de los últimos 5 años. Para ello se consideraron los años 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018 con recopiladores de publicaciones en prensa impresa y recopiladores de buscadores de empleo de medio digital. Se diseñaron medios de recolección de los datos de interés en la herramienta *Survey Monkey* para las publicaciones de solicitudes de empleados. A continuación, se presenta un listado de los datos de interés recolectados:

- Profesión solicitada
- Requisitos por parte del empleador
- Experiencia laboral
- Título universitario
- Colegiados activos
- Disponibilidad para viajar
- Certificaciones
- Cursos técnicos

- Visa de viajero
- Cambio de residencia
- Maestría
- Innovación
- Practicantes o estudiantes de ingeniería
- Rendimiento académico
- Ofrecimientos por parte del empleador
- Agradable ambiente de trabajo
- Capacitaciones y certificaciones
- Desarrollo profesional
- Crecimiento laboral
- Nombre de la empresa que solicita

Para la oferta de profesionales se utilizó la red social *LinkedIn*, que es una red de contactos que busca orientar profesionales a las empresas, los negocios y el empleo en general. Para ello utiliza el perfil de cada usuario, quien decide revelar su experiencia laboral y sus destrezas. En dicha red social se obtuvieron los datos de los perfiles de profesionales egresados de la Universidad del Valle de Guatemala, específicamente de la Facultad de Ingeniería. Se diseñó un medio de recolección también en la herramienta *Survey Monkey* con los siguientes datos de interés:

- Año de Graduación
- Títulos obtenidos a nivel pre-grado
- Títulos obtenidos a nivel maestría
- Maestría internacional
- Maestría nacional
- Certificaciones
- Cursos obtenidos
- Número de experiencias laborales
- Experiencias laborales
- Primeras 3 experiencias laborales
- Nombre de la empresa
- Fecha de inicio
- Fecha de finalización
- Empresa propia
- Puesto desempeñado
- Área del puesto
- Últimas 3 experiencias laborales
- Nombre de la empresa
- Fecha de inicio
- Fecha de finalización
- Empresa propia
- Puesto desempeñado
- Área del puesto
- Distinciones académicas
- Rendimiento académico
- Distinción de graduación
- Intercambios
- Títulos alternativos (*Baccalaureatus en Scientiis*)
- Emprendimiento
- Actividades extracurriculares
- Voluntariado
- Auxiliador universitario

- Residencia en el extranjero
- Labora en el extranjero

• **Fase 2** : La clasificación de los datos de interés de la demanda partió del nombre de las empresas recopilado en la fase 1. Para ello se clasificó cada empresa que solicitaba profesionales como de producción o servicio según su giro de negocio obtenido a partir de su misión institucional. Además, se clasificó como internacional, nacional o transnacional acorde al origen y alcance geográfico de sus operaciones.

La clasificación de los datos de interés de la oferta también permitió aplicar los mismos criterios para las empresas en las que laboraron los profesionales como de producción o servicio,

y como nacional, internacional o transnacional. Además, se clasificó la empresa en dónde habían laborado como empresa familiar si se contaba con evidencia de la misma. Se clasificó como criterio de validación si el año de graduación que indicaba el profesional en la publicación de *LinkedIn* coincidía con el año de graduación real. Para seleccionar qué actividad era considerada extracurricular y qué actividad era voluntariado se utilizó como criterio, el tipo de organización y la descripción de la actividad.

• **Fase 3**: Primero se definieron, en base a la información de los datos de interés recopilados, las variables que evidencian la existencia de incentivos en el mercado laboral de profesionales, ver cuadros 1 (demanda) y 2 (oferta).

Cuadro 1. Variables que evidencian la existencia de incentivos para la demanda laboral en el mercado de profesionales

No.	Nombre Corto	Descripción
1	Experiencia laboral	Se calculó la cantidad de empresas que solicitan experiencia laboral dentro de sus publicaciones de solicitud de profesionales
2	Cantidad de profesiones solicitadas	Se calculó la cantidad de empresas que solicitan más de una profesión distinta dentro de una sola publicación
3	Título a nivel pre-grado	Se calculó la cantidad de empresas que solicitan como requisito el título universitario a nivel pre-grado
4	Rendimiento académico	Se calculó la cantidad de empresas que solicitan un excelente rendimiento académico como requisito
5	Experiencia laboral	Se calculó la cantidad de empresas que solicitan experiencia laboral dentro de sus publicaciones de solicitud de profesionales
6	Colegiados	Se calculó la cantidad de empresas que solicitan que estén colegiados activos como requisito
7	Crecimiento laboral	Se calculó la cantidad de empresas que ofrecen crecimiento laboral dentro de las publicaciones de solicitud de profesionales
8	Origen y alcance de las operaciones de la empresa	Se calculó la cantidad de empresas que se clasificaron como internacionales, transnacionales o nacionales
9	Certificaciones	Se calculó la cantidad de empresas que solicitan certificaciones como requisito
10	Ambiente de trabajo	Se calculó la cantidad de empresas que ofrecen un agradable ambiente de trabajo
11	No ambiente de trabajo	Se calculó la cantidad de empresas que no ofrecen un agradable ambiente de trabajo
12	Labora internacionalmente	Se calculó la cantidad de empresas que requiere disponibilidad para viajar, cambio de residencia o visa
13	Desarrollo profesional	Se calculó la cantidad de empresas que ofrece desarrollo profesional, capacitaciones o crecimiento laboral
14	Maestrías	Se calculó la cantidad de empresas que requiere maestría
15	Maestría con ingeniería	Se calculó la cantidad de empresas que solicitaban un profesional de ingeniería y maestría
16	Estudiantes y practicantes	Se calculó la cantidad de empresas que solicitaban estudiantes o practicantes
17	Innovación	Se calculó la cantidad de empresas que solicitaban como requisito innovación como parte de sus atributos

En la demanda laboral se realizó un conteo por año del rubro de cada variable en análisis. Se calculó la proporción relativa a la totalidad de publicaciones de solicitud de profesionales. Se utilizó la herramienta de software *Input Analyzer*, que determina la calidad de ajuste de datos que se ingresan a funciones de distribución de probabilidad. Dicha herramienta utiliza el máximo estimador de verosimilitud, para el ajuste a las funciones de distribución

de probabilidad, apoyado en los resultados de las pruebas Chi-cuadrado y Kolmogorov-Smirnov de bondad de ajuste. Con los resultados del ajuste realizado por la herramienta *Input Analyzer* se obtuvieron las funciones de distribución de probabilidad que mejor se ajustaron a los datos de proporción relativa. Según su expresión y la función de distribución de probabilidad, se utilizaron los parámetros para el cálculo del valor esperado.

Cuadro 2. Variables que evidencian la existencia de incentivos para la oferta laboral en el mercado de profesionales

No.	Nombre Corto	Descripción
1	Coherencia en desarrollo profesional	Se utilizaron 4 criterios que hacían referencia a la coherencia en el desarrollo profesional. Estos fueron: empresa, área, tiempo y puesto
2	Coherencia de desarrollo profesional según el criterio 4	Se utilizó únicamente el cuarto criterio de medición de la coherencia de desarrollo profesional que es el puesto
3	Año de graduación	Se verificó que el año publicado en <i>LinkedIn</i> coincidiera con el verdadero año de graduación del profesional
4	Excelencia académica	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> sus distinciones académicas, reconocimientos al rendimiento académico, reconocimiento de graduación y <i>Baccalaureatus en Scientis</i>
5	Auxiliador o prácticas profesionales	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> si habían ejercido como auxiliares universitarios o si realizaron prácticas supervisadas
6	Colegiados	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> su número de colegiado activo
7	Crecimiento laboral	Se utilizaron de nuevo los 4 criterios que hacían referencia a la coherencia en el desarrollo profesional. Estos fueron: empresa, área, tiempo y puesto
8	Labor internacional	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> si habían laborado internacionalmente
9	Certificaciones	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> cualquier certificación que hubieran obtenido con su respectivo código de verificación
10	Actividades Extracurriculares	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> las actividades extracurriculares, voluntariado o intercambio estudiantil.
11	Auto empleo	Se utilizaron 2 criterios que hacían referencia al auto empleo. Estos fueron: emprendimiento y trabajo independiente
12	Residencia internacional	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> si actualmente están laborado internacionalmente
13	Cursos	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> cualquier curso que hubieran obtenido
14	Maestrías	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> que tuvieran maestría. El cálculo requirió de un criterio con dos factores.
15	Utilidad de las maestrías	Se utilizó un criterio y dos factores para el cálculo de la variable
16	Practicantes efectivos	Se utilizó un criterio con un factor y condicionantes para el cálculo de la variable
17	Innovación	Se calculó la cantidad de profesionales que publicaron en <i>LinkedIn</i> que su metodología de graduación fue innovación en negocios.

El primer criterio de la variable de coherencia en desarrollo profesional, comparó las primeras tres experiencias en las que el profesional se desempeñó, verificando que fuera en la misma empresa. Para la comparación de las últimas tres experiencias en las que el profesional se desempeñó se ponderó para que reflejara el no haberse encontrado en la misma empresa en al menos una de ellas.

El segundo criterio se compone de 3 factores. Para el primer factor se calculó una tasa de tiempo total por total de experiencias y se denominó como Y. La tasa de tiempo total por total de experiencias utiliza el total de tiempo disponible que se puede encontrar empleado y lo divide dentro del número de experiencias laborales totales. Se calculó también la sumatoria de tiempo laborado en las experiencias recopiladas y se dividió dentro de la cantidad de experiencias recopiladas. A esto se le llamó tasa de tiempo recopilado y se le denominó como X. El máximo de experiencias recopiladas fue 6, las primeras 3 y las últimas 3. Sin embargo, dependía de la cantidad de experiencias del profesional para este segundo cálculo resultando en la tasa de tiempo recopilado. La tasa de tiempo total por total de experiencias se comparó con la tasa de tiempo recopilado, verificando si esta última era mayor: $Y < X$.

$$Y = \frac{(\text{año actual} - \text{año de graduación}) + \text{años laborando antes de graduarse}}{\text{número total de experiencias laborales}}$$

$$X = \frac{\sum_{i=1}^6 t_i}{n}$$

Donde t_i representa el tiempo laborado en las experiencias recopiladas y n el número de experiencias recopiladas.

El segundo factor utiliza la tasa de tiempo total por total de experiencias y calculó el tiempo máximo de las experiencias recopiladas. Se compararon estos dos valores y verificó que el tiempo máximo de las experiencias recopiladas fuera mayor a la tasa de tiempo total por total de experiencias.

El tercer factor estaba condicionado al segundo factor. Si el tiempo máximo de las experiencias recopiladas era mayor a la tasa de tiempo total por total de experiencias ya no era necesario calcular el tercer factor. Si el tercer factor era necesario calcularse, debía comparar la tasa de tiempo total por total de experiencias con la sumatoria de tiempos de las últimas tres experiencias. De esta forma el tercer factor verificaba si la sumatoria de tiempos de las últimas tres experiencias era mayor a la tasa de tiempo total por total de experiencias.

El tercer criterio fue el área en la cual labora el profesional en sus experiencias de trabajo. Este criterio comparó las primeras tres experiencias en las que el profesional se desempeñó, verificando que fuera en la misma área. Para la comparación de las últimas tres experiencias en las que el profesional se desempeñó se ponderó para que reflejara el no haberse encontrado en la misma área en al menos una de ellas.

El cuarto criterio fue el escalamiento de puestos en sus experiencias laborales. Se catalogaron los puestos dentro de una estructura organizacional. Esto permitió comparar las primeras tres experiencias en las que el profesional se desempeñó, verificando que la jerarquía del puesto marginal fuera superior a la inmediata anterior. Después se realizó la misma comparación con las últimas tres experiencias en las que el profesional se desempeñó, verificando que la jerarquía del puesto marginal fuera superior a la inmediata anterior. Se ponderó para que reflejara el no haber tenido una jerarquía superior en al menos una de las 3 experiencias últimas.

La variable de auto empleo para la oferta laboral de profesionales se encuentra compuesta por dos criterios. El primer criterio denominado emprendimiento contiene 3 factores. En el primer factor se catalogó el puesto de las experiencias laborales recopiladas y se les asignó una ponderación que reflejara el nivel de auto empleo enfocado a emprendimientos. En el segundo factor se le asignó una mayor ponderación a las últimas 3 experiencias laborales que tenían un nivel de auto empleo enfocado a emprendimiento. El tercer factor es condicional a la realización de cualquier modo de auto empleo (emprendimiento, consultoría, asesoría) en las últimas experiencias laborales recopiladas. También es condicional a que la jerarquía del puesto marginal fuera superior a la inmediata anterior en las últimas experiencias laborales recopiladas. Una vez cumplidas las condiciones se pondera el tercer factor para que refleje que el auto empleo es un medio de sustento económico significativo para el patrimonio personal.

El segundo criterio denominado trabajo independiente contiene 2 factores para completar la variable de auto empleo. El primer factor se catalogó el puesto de las experiencias laborales recopiladas y se les asignó una ponderación que reflejara el nivel de auto empleo. Las categorías de auto empleo consideradas fueron: consultor, asesor, *freelancer*, y tutor. En el segundo factor se le asignó una mayor ponderación a las últimas 3 experiencias laborales que tenían un nivel de auto empleo.

Para la variable de maestrías se utilizó un criterio denominado ubicación y cantidad de maestrías. Este criterio consideró dos factores, el primero que fuera local o internacional y el segundo la cantidad de maestrías obtenidas. La ponderación para estos factores se realizó según la cantidad de maestrías y si las mismas eran internacionales.

La variable de utilidad de las maestrías utilizó un criterio compuesto de dos factores. Los factores excluyen que el profesional haya

realizado algún emprendimiento o su empleo sea en una empresa familiar. Además, tiene como condicional que tuviera una maestría, y a partir de esto ponderar que el puesto marginal en el que se desempeña fuera inferior al inmediato anterior en las últimas tres experiencias laborales recopiladas. El segundo factor adicional a los condicionamientos anteriores pondera que el puesto marginal en el que se desempeña sea superior.

La variable de practicantes efectivos utilizó un criterio compuesto de un factor. El factor tiene como condicional que no debe considerar el auxilio universitario. Así pondera que haya laborado en la misma empresa en la que realizó sus prácticas profesionales a lo largo de las experiencias recopiladas.

Al igual que en la demanda laboral se utilizó la herramienta de software *Input Analyzer* para ajustar el valor relativo según la función de distribución de probabilidad de cada variable. Se utilizó la expresión, función de distribución de probabilidad y sus parámetros para calcular el valor esperado.

- **Fase 4:** Para la construcción del modelo de cuantificación de incentivos se requirió ajustar los valores esperados de la oferta para que reflejarán las valoraciones marginales de los agentes económicos en su contexto. Esto se debe a la variabilidad de escalas formadas por las ponderaciones realizadas en cada factor de los criterios que permitieron el cálculo de cada variable según su caso. Los ajustes realizados a las variables de la oferta laboral fueron 8.

El primer ajuste fue a las variables 1 y 7, en el cual se utilizó el complemento del valor esperado que representó la concentración mayor del conteo de profesionales que valoró los 4 criterios de coherencia en desarrollo profesional. El segundo ajuste es a la variable 2, que por la misma valoración del cuarto criterio de coherencia en desarrollo profesional requirió utilizar el complemento del valor esperado.

El tercer ajuste fue a la variable 5, en la cual se utilizó la valoración relativa de la indiferencia del conteo de profesionales que publicaron un auxilio universitario o prácticas profesionales como experiencia laboral. El cuarto ajuste fue a la variable 6, en la que se utilizó la valoración relativa del conteo de profesionales que publicaron su colegiación activa en la red social *LinkedIn*. El quinto ajuste fue en la variable 9 y consideró la valoración relativa del conteo de profesionales que publicaron certificaciones obtenidas en la red social *LinkedIn*.

El sexto ajuste fue en la variable 13 y consideró la valoración relativa del conteo de profesionales que publicaron cursos como formación académica. El séptimo ajuste fue en la variable 16, en la cual la valoración relativa del conteo de profesionales que hayan laborado en la misma empresa en la que realizó sus

prácticas profesionales a lo largo de las experiencias recopiladas. El último ajuste fue en la variable 17, en donde se utiliza la valoración relativa del conteo de profesionales que publican en *LinkedIn* su modalidad de graduación como innovación en negocios.

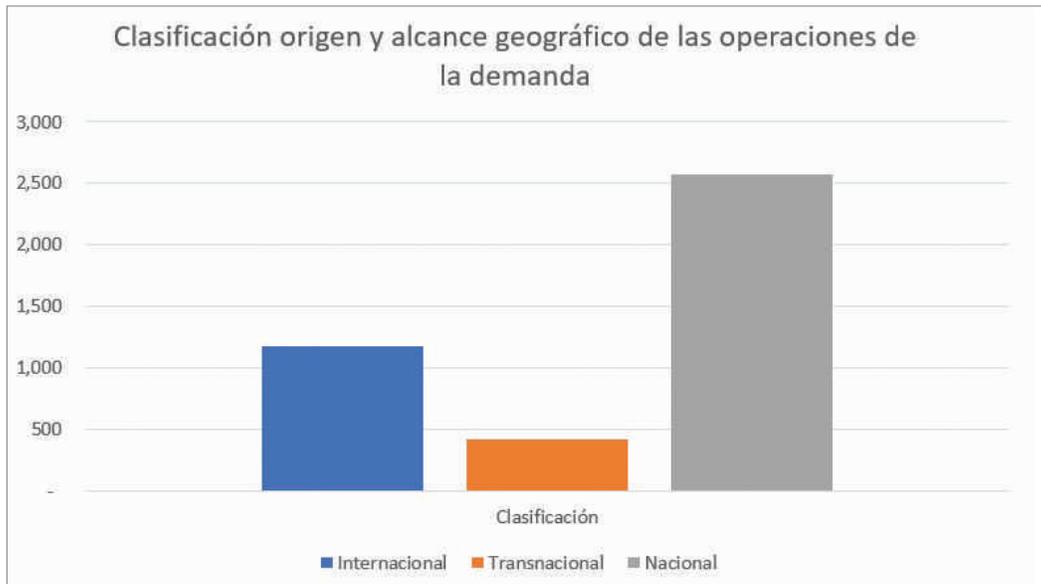
Una vez ajustados los valores esperados de las variables reflejan según el contexto la valoración de la oferta. Se establece el modelo catalítico de cuantificación de incentivos por medio de valores marginales decrecientes para oferta de profesionales y demanda por parte de las empresas. Dicho valor marginal permite comparar lo que más valoran las empresas con lo que más valoran los profesionales en términos de incentivos no monetarios para el mercado laboral presentado en las solicitudes de empleados y la red social *LinkedIn* respectivamente.

Resultados y discusión

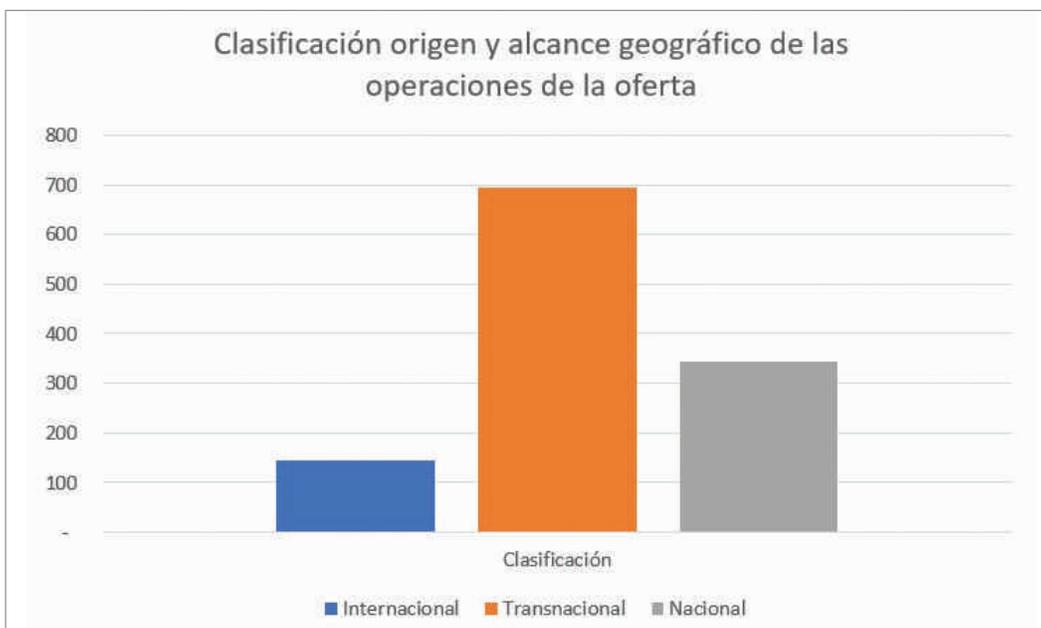
Desde la perspectiva del mercado laboral, la Teoría de la Señalización propone un método de análisis para la problemática de la información asimétrica entre oferta y demanda. Esta base analítica se utiliza para el presente modelo de cuantificación de incentivos. Un incentivo, como se define en este modelo, es información que se encuentra relacionada con el proceso de elegir y renunciar del ser humano que estudia la praxeología. La información se clasifica como incentivo al ser interpretada por un agente económico dentro de un proceso de mercado. Dicho agente sigue el proceso espontáneo de elegir y renunciar, una decisión económica, enviando una señal a su contraparte en el mercado.

Este modelo presentado en un formato de expresión de análisis catalítico, es la decodificación de dicha información y cuantificada en las 17 variables de oferta y demanda laboral. Los datos de interés fueron también seleccionados porque la información recolectada al decodificarse podía compararse, entre los grupos de interés de oferta y demanda, para que la interpretación posterior identificara una relación. Esto representó un seguimiento a la cuantificación de expectativas (Silva, et al. 2016) como método de recolección de datos.

Los datos a continuación representan resultados de la fase 2, en la que se clasificó las empresas que demandan profesionales y las empresas en las que trabajaron profesionales egresados de la Universidad del Valle de Guatemala de la Facultad de Ingeniería. La clasificación en la Gráfica 1 muestra que del total de 10,544 anuncios de solicitud de profesionales 1,176 eran empresas de origen internacional con presencia en Guatemala, 414 eran empresas transnacionales y 2,569 eran empresas nacionales. El resto de anuncios de solicitud de profesionales no mencionaba la empresa solicitante.



Gráfica 1. Clasificación de la demanda por origen y alcance geográfico de las operaciones de las empresas.



Gráfica 2. Clasificación de las experiencias laborales de la oferta por origen y alcance geográfico de las operaciones de las empresas.

En la Gráfica 2, se representan los resultados de la fase 2, en la que se clasificaron las empresas en las que trabajaron profesionales de la oferta del mercado laboral. En total se recolectaron datos de 285 profesionales egresados de la Universidad del Valle de Guatemala de la Facultad de Ingeniería. Entre las experiencias laborales recopiladas por cada profesional totalizaron 1,183 experiencias, de las cuales 144 eran empresas de origen internacional con presencia en Guatemala, 694 eran empresas transnacionales y 345 eran empresas nacionales.

En el Cuadro 3 se resumen las expresiones obtenidas por la herramienta de software *Input Analyzer* para las variables de la demanda de profesionales. Dicha herramienta representa matemática y estadísticamente con una expresión la función de distribución de probabilidad de los datos. Además, la herramienta de software presenta los parámetros de dicha función de distribución de probabilidad. Para la variable 4 se realizó un conteo de los anuncios de solicitudes de empleados que requerían excelencia académica, rendimiento académico, notas o cualquier

Cuadro 3. Expresiones de las funciones de distribución de probabilidad de las variables de demanda de profesionales.

Número de variable	Expresión	Valor esperado
1	$0.64 + 0.15 * \text{BETA}(0.943, 0.598)$	0.73179
2	$0.22 + \text{EXP}(0.176)$	0.17600
3	$0.17 + \text{ERLA}(0.0506, 2)$	0.22060
4	N/A	0.00115
5	$0.64 + 0.15 * \text{BETA}(0.943, 0.598)$	0.73179
6	$\text{LOGN}(0.0241, 0.0221)$	0.02410
7	$\text{UNIF}(0.18, 0.3)$	0.24000
8	$0.04 + 0.2 * \text{BETA}(0.99, 0.679)$	0.15863
9	$\text{GAMMA}(0.00905, 1.28)$	0.01158
10	$\text{TRIA}(0.11, 0.222, 0.27)$	0.20067
11	$0.73 + \text{LOGN}(0.0711, 0.052)$	0.80110
12	$\text{UNIF}(0.05, 0.15)$	0.10000
13	$0.09 + \text{LOGN}(0.112, 0.0868)$	0.20200
14	$\text{WEIB}(0.0235, 2.89)$	0.02350
15	$\text{UNIF}(0, 0.02)$	0.01000
16	$\text{UNIF}(0.03, 0.112)$	0.07100
17	$\text{WEIB}(0.00105, 6.85)$	0.00105

indicador de resultados de educación superior como punteo. En los 5 años de recolección de anuncios, un total de 10,544 anuncios, se halló uno solo con solicitud de rendimiento académico. Es por ello que no se presenta ninguna expresión para la función de distribución de probabilidad en el Cuadro 3.

Para cada variable se calculó la proporción respecto al total de datos anuales de anuncios de solicitud de empleados por parte de las empresas. Las expresiones de las funciones de distribución de probabilidad de cada variable se obtuvieron con las proporciones mencionadas anteriormente. Utilizando los parámetros de la función de distribución de probabilidad asociados a la expresión se calcularon los valores esperados.

En el Cuadro 4 se presentan las expresiones de las funciones de distribución de probabilidad de las 17 variables de la oferta de profesionales egresados de la Facultad de Ingeniería en la Universidad del Valle de Guatemala. Las variables presentadas para la oferta se calculan con criterios que a su vez contienen factores que cuantifican la valoración de los profesionales. La cuantificación de la relación de la información de las experiencias laborales documentadas clasificó un aporte que no permitía la neutralidad. La sumatoria de la cuantificación de la relación de la información de las experiencias laborales resultó en los factores, y la sumatoria de los factores en los criterios de cada

Cuadro 4. Expresiones de las funciones de distribución de probabilidad de las variables de oferta de profesionales.

Número de variable	Expresión	Valor esperado
1	$\text{BETA}(0.611, 1.28745)$	0.32184
2	$\text{BETA}(0.742, 1.08607)$	0.40589
3	$0.29 + 0.42 * \text{BETA}(0.624, 0.605)$	0.50325
4	$\text{LOGN}(0.252, 0.584)$	0.25200
5	$\text{BETA}(0.498, 0.680735)$	0.42249
6	$\text{BETA}(0.228, 0.206117)$	0.52520
7	$\text{BETA}(0.611, 1.28745)$	0.32184
8	$0.37 + 0.26 * \text{BETA}(0.612, 0.627)$	0.49843
9	$0.18 + 0.64 * \text{BETA}(0.633, 0.621)$	0.50306
10	$\text{UNIF}(0, 0.58)$	0.29000
11	$\text{WEIB}(0.0461, 0.547)$	0.04610
12	$0.04 + 0.92 * \text{BETA}(0.63, 0.617)$	0.50480
13	$0.31 + 0.38 * \text{BETA}(0.629, 0.614)$	0.50229
14	$\text{BETA}(0.735, 0.811433)$	0.47529
15	$\text{BETA}(0.74, 0.806571)$	0.47848
16	$\text{BETA}(0.228, 0.206117)$	0.52520
17	$\text{BETA}(0.353, 0.375757)$	0.48439

variable. Con esto se obtuvo una escala de valoración relativa al número total de profesionales. Estos porcentajes relativos de cada variable fueron los que se ingresaron a la herramienta de software *Input Analyzer* para obtener la expresión de la función de distribución de probabilidad del Cuadro 4.

Después de calcular el valor esperado de cada variable según su función de distribución de probabilidad se procedió a realizar, en algunos valores esperados, ajustes que permitieran contextualizar los mismos a la oferta de profesionales. En las variables cuya asociación contextual del valor esperado presentaran una incoherencia, se le realizó un ajuste que colocara al mismo dentro de la escala valorativa de la variable.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados finales del modelo de cuantificación de incentivos para el mercado laboral de ingenieros en Guatemala con los datos recopilados mediante la metodología anteriormente descrita.

Los porcentajes que se encuentran en las columnas de Demanda y Oferta representan las valoraciones esperadas de cada variable para ambos grupos de interés. Esto permite adaptar el modelo de cuantificación de incentivos a un modelo de análisis catalítico, pues en un proceso de mercado se utilizan las valoraciones subjetivas y relativas de la oferta y la demanda. Dicha adaptación

Cuadro 5. Expresión cataláctica del modelo de cuantificación de incentivos del mercado laboral en Guatemala

VARIABLE	DEMANDA	OFERTA	VARIABLE
11	80.11%	67.82%	1
1	73.18%	67.82%	7
5	73.18%	59.41%	2
7	24.00%	50.48%	12
3	22.06%	50.32%	3
13	20.20%	49.84%	8
10	20.07%	47.85%	15
2	17.60%	47.53%	14
8	15.86%	34.39%	13
12	10.00%	30.88%	5
16	7.10%	29.00%	10
6	2.41%	25.20%	4
14	2.35%	23.86%	9
9	1.16%	4.61%	11
15	1.00%	2.81%	17
4	0.12%	0.35%	16
17	0.11%	0.35%	6

es posible pues la valoración dinámica, que presenta Mises (1966, p.328), se establece como un proceso con valores esperados que en el modelo de cuantificación de incentivos se recolectaron a través de los datos presentados anteriormente. El modelo cataláctico requiere una realimentación continua de datos, en este proyecto de investigación se utilizaron los años de 2014 a 2018, para obtener los siguientes valores esperados según las variaciones de mercado.

Estas variaciones deberán considerar las señales que envían tanto los oferentes como demandantes de profesionales en Guatemala. Esto representará a lo largo del tiempo cambios en los incentivos y por ende en las valoraciones de unos y otros.

Conclusiones

A partir del modelo cataláctico se observa que las variables que más valoran los profesionales que se ofrecen en el mercado laboral en Guatemala es la denominada coherencia en el desarrollo profesional (variable 1 de oferta en el cuadro 5) y el crecimiento profesional en las empresas (variable 7 de oferta en el cuadro 5). Mientras que las variables que más valoran las

empresas que demandan profesionales en ingeniería en Guatemala se analizan en conjunto como no ofertar un agradable ambiente de trabajo (variable 11 de demanda en el cuadro 5) y exigir experiencia laboral como requisito (variable 1 de demanda en el cuadro 5).

Las variables que menos valoran los profesionales egresados de la facultad de ingeniería en el mercado laboral son la colegiatura en un colegio de profesionales y los practicantes efectivos. La variable de practicantes efectivos cuantifica los profesionales que mantuvieron una coherencia en la empresa en la que hicieron sus prácticas profesionales, conocida como carrera laboral. Las variables que menos valoran las empresas en el mercado laboral son la innovación y el rendimiento académico.

El modelo de cuantificación de incentivos propuesto como modelo cataláctico en un proceso de mercado laboral en Guatemala, utilizando como base los profesionales de ingeniería, permite que el diseño curricular de las universidades sea preciso y asertivo. Una respuesta coherente en dicho diseño curricular es la verificación del desarrollo de competencias, que presentan los perfiles de egreso de ingeniería, para responder a las necesidades, requisitos y valoraciones de la demanda de profesionales.

Agradecimiento

A Dirección de Estudios y a la Decanatura de la Facultad de Ingeniería por el apoyo prestado al Centro de Procesos Industriales ante este proyecto de investigación de cinco años.

Bibliografía

- Arrow, K.J. (1973) *Higher Education as a Filter* Journal of Public Economics, 2 (3) 193-216.
- David, H. (2001) *Wiring the labor market* Journal of Economic Perspectives 15 (1) 25-40.
- Iglesias, J. (2005) *Capital Humano y Señalización* Universidad Autónoma de Barcelona, España, pp. 19-29.
- Mises, V. L. (1966) *Human Action: A treatise on economics* pp. 233-257; 324-331.
- Nebrija, A. (1495) *Vocabulario Español Latino*
- Silva, C., Morfín, P., Llamas, N., Álvarez, E., De León, I. (2017). *Demanda laboral para ingenieros en Guatemala: un análisis de solicitud de empleados desde el año 2013 hasta el año 2016* Revista de la Universidad del Valle de Guatemala, (34) 82-87.
- Silva, C., Flores, X., García, G., Pérez, J.P. (2016) *Propuesta de Cuantificación de Expectativas del Entorno para la Estructuración de una Malla Curricular* Engineering Innovations for Global Sustainability: Proceedings of the 14th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology, San José, Costa Rica. <http://iaccei.org/LACCEI2016-SanJose/meta/RP076.html>
- Spence, M. (1973) *Job market signaling* Journal of Labor Economics (87): 355-374.
- Stiglitz, J. E. (1956) *The theory of screening, education, and the distribution of income* The American Economic Review (65) 283-300.