

# Predicción de abandono de servicios (Call center)

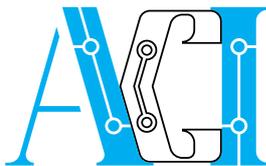
Laura Carolina Clavijo Matheus<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Fundación Universitaria Los Libertadores

\* Autor de correspondencia: lcclavijom@libertadores.edu.co.



Facultad de Ingeniería y  
Ciencias Básicas

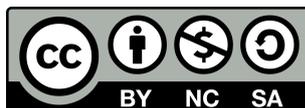


APUNTES DE  
CIENCIA E INGENIERÍA

Recibido: 4 de julio de 2023

Aceptado: 4 de agosto de 2023

Publicado: 24 de noviembre de 2023



Copyright: ©2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de Creative Commons Licencia de atribución (CC BY NC SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

## Resumen

Este documento en su objetivo principal es mostrar técnicas de minería de datos que son de uso común las cuales ayudan a identificar en qué punto el cliente desea o está a punto de abandonar la llamada, teniendo en cuenta el uso de datos históricos para el estudio de este tema, teniendo en cuenta que estos métodos intentan encontrar lineamientos que puedan identificar los posibles abandonos.

Este estudio se análisis bajo el lenguaje de programación Python el cual nos arrojo algunas figuras como dispersión, histogramas y análisis de regresión.

De los cuales concluimos que la gran mayoría de las llamadas entrantes superan el 60 % del nivel de servicio (SLA), lo que nos lleva a decir que con un nivel de servicio (SLA) del 60 %, la llamada promedio se responde en menos de 1 minuto.

**Palabras clave:** Call Center, Python, Regresión lineal

---

## Como citar este artículo

Laura Carolina Clavijo Matheus. "Predicción de abandono de servicios (Call center)", *Revista Apuntes de Ciencia e Ingeniería*, 2, 1, nov, pag 5-13. 2023. doi: [10.37511/apuntesci.v2n1a5](https://doi.org/10.37511/apuntesci.v2n1a5)

## 1. Introducción

Con las estrategias de venta por teléfono e incluso sistemas de emergencias médicas; como ocurrió en otros países, hace que tengamos que definir la importancia de la administración del recurso humano involucrado en estos nuevos negocios, que surgieron como mini empresas de escasa o nula inversión tecnológica, los teleoperadores, los call centers. Los centros de atención telefónica han experimentado un gran aumento en las últimas décadas, hoy en día están presentes en casi cualquier compañía que interactúe con un alto número de clientes. La capacidad está determinada principalmente por el número de operadores humanos o telefonistas.

Desde el invento del teléfono y su posterior proliferación, el público comenzó a depender del servicio de proveedores de telecomunicaciones. Debido a la creciente base suscriptores, las compañías telefónicas enfrentan diversos problemas de planificación de recursos para brindar un servicio oportuno a los diferentes usuarios. Entre estos problemas se pueden mencionar:

- Relación entre cantidad de asesores disponibles y los niveles de servicio, al existir mayor número de asesores en un Call center es posible atender la demanda de llamadas, reduciendo el número de clientes en espera y por ende se reduce el abandono, pero es posible que los costos de estas atenciones se eleven debido a que mantener el staff de asesores durante los tiempos muertos en los cuales la demanda está por debajo de la capacidad de atención existente [1].
- El modelo más difundido es Erlang C, este asume condiciones que llegan a simplificar demasiado el modelo, asumiendo por ejemplo que las llamadas llegan según un proceso de Poisson con una tasa promedio conocida, y que son atendidas por un número definido de agentes estadísticamente idénticos, con tiempos de servicio que siguen una distribución exponencial; estas condiciones distorsionan los resultados para el cálculo de la capacidad de asesores requerida en un Call center, por lo cual es necesario considerar aquellas variables que si tengan un impacto significativo en los modelos matemáticos elaborados para resolver este problema [2].

La rotación de clientes es uno de los principales desafíos que enfrentan las empresas en telecomunicaciones. La pérdida de clientes (también conocida como deserción de clientes) es causada por un cambio en el gusto, falta de una estrategia adecuada de relación con el cliente, cambio de residencia y varias otras razones. La retención de clientes es uno de los principales pilares de crecimiento para productos con un modelo de negocio basado en suscripción. La competencia es dura en el mercado de las telecomunicaciones, donde los clientes son libres de elegir entre muchos proveedores, incluso dentro de una categoría de productos. Varias malas experiencias, o incluso una, y un cliente puede renunciar. Y sin número de clientes insatisfechos se agitan con rapidez, tanto las pérdidas materiales como el daño a la reputación serían enormes.

## 2. Marco teórico

Esta Los centros de llamadas son puntos muy importantes para el servicio al consumidor de muchas organizaciones. La subcontratación de procesos de negocio denominada en inglés Business Process Outsourcing (BPO) es una industria con gran crecimiento en Colombia, donde es escalonado como el cuarto mayor mercado en Latinoamérica en servicio terciarios, [3] sin embargo por sus costos relativos, infraestructura y ambiente de negocios es pequeña, orientada al mercado local y enfocada en operaciones de centros de llamadas (USAID; 2008), éste tipo de servicios tienen varios retos en su planeación de recursos. Los centros de llamadas a menudo manejan varios tipos de llamadas, con diferente demanda en las competencias necesarias para prestar el servicio, pero la capacitación de todas las personas que atienden las llamadas de un centro para manejar cualquier tipo de llamada no es rentable, cabe destacar que cada operador de un centro de llamadas tiene unas habilidades, también llamado su conjunto de habilidades, lo que significa que hay un tipo de llamadas que puede manejar. Pero en este campo se atienden varios tipos de llamadas tendrán operarios con restricciones de habilidad, lo que ha generado el desarrollo de centros de llamadas multihabilidades [3], por otro lado [4], establecen las herramientas más apropiadas para los centros con habilidades de enrutamiento, encontrando que la combinación entre la minería de datos, la simulación y la optimización es necesaria. Presenta una metodología de simulación en centros



de llamadas. Un centro de llamadas opera procesos estocásticos aleatorios. La entrada, la duración, las llamadas en espera que se abandonan después de un tiempo de paciencia-, el ausentismo de operadores, son eventos aleatorios (AVRAMIDIS;2010).

En el artículo [5], se proyectan en proporcionar a este tipo de empresas una metodología para evaluar la eficiencia en la planeación de recursos tecnológicos y de mano de obra, por medio de la Simulación de Eventos Discretos (SED). La metodología que se apoya en las herramientas SPSS®, Statfit, Microsoft Excel® y ProModel®, fue validada en un centro de llamadas en la modalidad de subcontratación, que atendía tres tipos de empresas de salud, con diez tipologías de Servicios y 250 agentes distribuidos en cuatro turnos diarios.

Sin embargo, con referencia en previsiones sobre el número de llamadas, los gerentes de los centros deben decidir (entre otras cosas) la cantidad de agentes de cada tipo (es decir, conjunto de habilidades) para que en el centro estén los operadores disponibles durante el servicio; también debe decidir sobre las reglas de enrutamiento de llamadas. Estas decisiones se toman bajo un alto nivel de incertidumbre. Con el propósito de proporcionar un servicio con la calidad necesaria a un costo mínimo [3]. Simultáneamente se tiene, que hay autores que diseñan la operación de los centros de llamadas con modelos heurísticos, con programación entera y estocástica, es estos casos no se toman todas las medidas de desempeño sino que se enfocan en el mejoramiento del nivel de servicio [2]. Según [6], una de las grandes prioridades de los Call centers es la maximización de la eficiencia del personal, ya que representa un gasto muy significativo en la estructura general de costos. Sin embargo, es un error cuando la productividad se convierte en el único objetivo. Si bien es importante optimizar el desempeño de los agentes del centro de contacto, es fundamental encontrar un equilibrio entre productividad, rendimiento, calidad y satisfacción del cliente (Brown et al. 2005), también es necesario considerar la repetición de llamadas, llamadas innecesarias, escalada de llamadas y quejas a la alta gerencia, devoluciones de llamadas, etc. Los Call centers que recompensan solo la productividad encontrarán que esa calidad y el rendimiento se ven afectados, lo que resulta en insatisfacción del cliente y, en última instancia, desgaste. Por lo tanto, es esencial que los Call centers encuentren combinación correcta, es por esto que los autores analizar y comparar modelos utilizados en el mercado para el cálculo de la capacidad de atención en un Call center, partiendo con modelos que se adhieran a la demanda pronosticada y mantengan el nivel de servicio meta. Utilizando el modelo que principalmente utiliza el sector de Call center, el modelo Erlang C, que considera las ratios de arribo, servicio y abandono como atributos fijos para el cálculo de la cantidad de asesores, cuando en la práctica este atributo tiene un grado de variabilidad. Tomando como base el citado modelo, se evaluarán los resultados obtenidos con otros modelos para la determinación de la capacidad de atención en un Call center.

El artículo [7], revisa los conceptos de predicción y presenta una nueva metodología que utiliza la clase Box-Jenkins para la predicción de la demanda de llamadas, que efectúan los clientes a los centros de llamadas call-center, concluyen que el empleo de herramientas de serie de tiempos funciona de manera eficiente, lo que ha de redundar en la mejora de la eficiencia y competitividad en los call-center.

### 3. Metodología

La siguiente es la base de datos en la cual podemos observar "los Datos del centro de llamadas.<sup>en</sup> la que se encuentra el rendimiento de llamadas entrantes, tiempo de espera que deja la persona que están tras el teléfono esperando mientras realiza alguna consulta u otras causas que pueden llegar a incomodar al cliente, esta base está compuesta por 1251 filas y 9 columnas de las cuales tenemos en total 1251 datos analizados.

Las principales variables son:

- Llamadas entrantes
- Llamadas contestadas
- Tasa de respuesta



- Llamadas abandonadas velocidad de respuesta (prom)
- Duración de la llamada (prom)
- Tiempo de espera (prom)
- Nivel de servicio (20seg)

Estos datos se procesaron con análisis estadísticos usando el lenguaje de Python. Además de que se tuvieron en cuenta las bibliotecas de Python relevantes incluyeron el ecosistema NumPy, Pandas y Sklearn entre otros (Tabla ??.)

Index	Incoming Calls	Answered Calls	Answer Rate	Abandoned Calls	Answer Speed (AVG)	Talk Duration (AVG)	Waiting Time (AVG)	Service Level (20 Seconds)
0	1	217	204	94.01%	13	0.00.17	0.02.14	76.28%
1	2	200	182	91.00%	18	0.00.20	0.02.22	72.73%
2	3	216	198	91.67%	18	0.00.18	0.02.38	74.30%
3	4	155	145	93.55%	10	0.00.15	0.02.29	79.61%
4	5	37	37	100.00%	0	0.00.03	0.02.06	97.30%

Después de explorar la base de datos y así lograr obtener un análisis descriptivo preliminar, se utilizó la conversión de datos quedando de la siguiente manera:

```
In: ccd_time = ccd
ccd_time['Answer_Speed_(AVG)'] = pd.to_datetime(ccd_time['Answer_Speed_(AVG)'])
ccd_time['Talk_Duration_(AVG)'] = pd.to_datetime(ccd_time['Talk_Duration_(AVG)'])
ccd_time['Waiting_Time_(AVG)'] = pd.to_datetime(ccd_time['Waiting_Time_(AVG)'])
ccd_time['Answer_Speed_(AVG)'] = ccd_time['Answer_Speed_(AVG)'].dt.hour*60 . . .
+ccd_time['Answer_Speed_(AVG)'].dt.minute . . .
+ccd_time['Answer_Speed_(AVG)'].dt.second/60
ccd_time['Talk_Duration_(AVG)'] = ccd_time['Talk_Duration_(AVG)'].dt.hour*60 . . .
+ccd_time['Talk_Duration_(AVG)'].dt.minute . . .
+ccd_time['Talk_Duration_(AVG)'].dt.second/60
ccd_time['Waiting_Time_(AVG)'] = ccd_time['Waiting_Time_(AVG)'].dt.hour*60 . . .
+ccd_time['Waiting_Time_(AVG)'].dt.minute+ . . .
ccd_time['Waiting_Time_(AVG)'].dt.second/60
ccd_time.dtypes.
```

Dando como resultado:

```
Out: Incoming Calls int64
Answered Calls int64
Answer Rate object
Abandoned Calls int64
Answer Speed (AVG) float64
Talk Duration (AVG) float64
Waiting Time (AVG) float64
Service Level (20 Seconds) object
dtype: object
```

A su vez limpiamos los datos de la misma manera que lo anterior, pero con los signos como el de % teniendo los siguiente:

```
In: ccd_time['Answer_Rate'] = ccd_time['Answer_Rate'].str.replace('%', '')
ccd_time['Answer_Rate'] = ccd_time['Answer_Rate'].astype(float)
ccd_time['Service_Level_(20_Seconds)'] = . . .
ccd_time['Service_Level_(20_Seconds)'].str.replace('%', '')
ccd_time['Service_Level_(20_Seconds)'] = . . .
ccd_time['Service_Level_(20_Seconds)'].astype(float)
ccd_time.dtypes
Out: Incoming Calls int64
Answered Calls int64 Answer Rate float64
Abandoned Calls int64
Answer Speed (AVG) float64
```



```
Talk Duration (AVG) float64
Waiting Time (AVG) float64 Service Level (20 Seconds) float64
dtype: object
```

Ya que esto impide la conversión de campos Tasa de rendimiento (Answer Rate) y nivel de servicio (Service Level), pasando de objeto (arriba) a flotante (abajo).

Una vez realizada la limpieza continuamos la búsqueda de los valores nulos o que estén en sin identificación, dentro de la base completa de datos:

```
In: ccd_time.isnull().sum()
Out: Incoming Calls 0
Answered Calls 0
Answer Rate 0
Abandoned Calls 0
Answer Speed (AVG) 0
Talk Duration (AVG) 0
Waiting Time (AVG) 0
Service Level (20 Seconds) 0
dtype: int64
```

Evidenciamos que como resultado nos dio (0) denotando que dentro de la base de datos no se encontraron valores nulos.

#### 4. Resultados

A continuación, se expresa el análisis del estudio que se realizó en donde e incluyen los datos más relevantes. En él se describe brevemente el método utilizado, el tamaño de la muestra y el resultado. Al realizar este análisis se obtendrán unos resultados que continuara con la comparación entre sí para así concluir el análisis. Teniendo en cuenta que al finalizar se evidenciara que el resultado aporta información sobre la precisión del método.

Se tuvieron en cuenta que 10008 registros únicos, con 8 variables predictivas y sin contar los valores nulos ya que no se encontraron dentro de la base de datos. Una vez se terminó la limpieza de datos pasamos a realizar el análisis descriptivo.

#### 5. Análisis de resultados

De acuerdo al análisis realizado bajo Python pasamos a realizar una vista de alto nivel de los diversos campos que encontramos en la base de datos mediante un histograma, con esto determinaremos hacia dónde se dirige el volumen de llamadas entrantes y cómo se agrupan los diversos campos en términos de volumen agregado como lo evidenciamos en la Figura 1.

- Se puede observar que en las llamadas entrantes existe una media de 177 segundos por llamada entrante.
- En las llamadas contestadas la media es de 166.
- Para la llamada abandonada es de un promedio de 8.
- Y se tiene un promedio se servicio de un 74



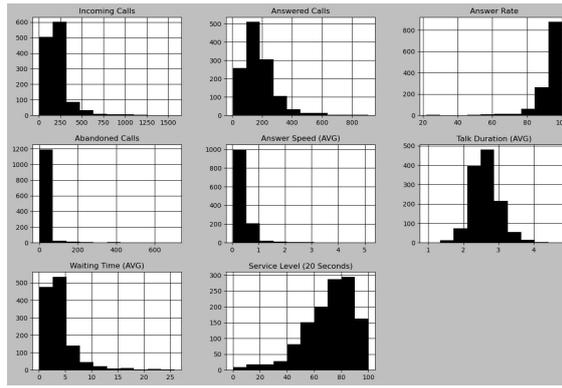


Figura 1: Histograma de cada variable.

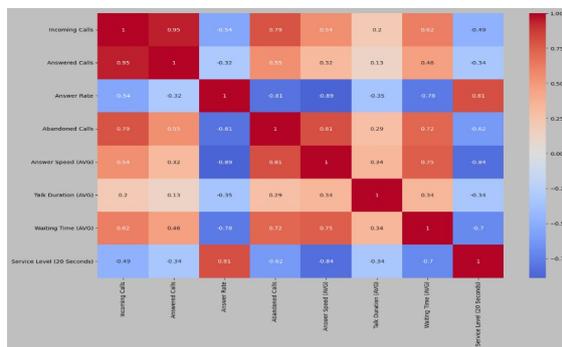


Figura 2: Correlograma

Después de haber corregido los valores nulos y el formato para llegar a realizar las figuras anteriores que podrían haber estado incorrecto o con errores, nos damos cuenta que podemos realizar un mapa de calor/correlograma como ejemplo, el cual nos determina relaciones más significativas entre los diversos campos que se encuentran dentro de la base de datos ya escogida(Figura 2).

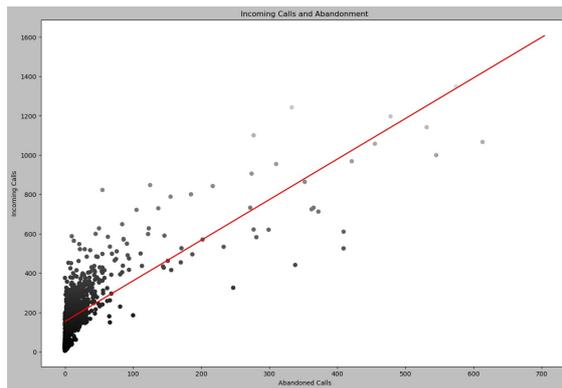


Figura 3: Regresion lineal.

En la Figura 3 se puede observar que existe una relación entre estos campos, si se responde rápidamente a muchas llamadas, el impacto en el abandono es menor. Pero hay un aumento significativo en el abandono cuando el tiempo de espera supera los 15 minutos y el volumen de llamadas supera las 800 llamadas.



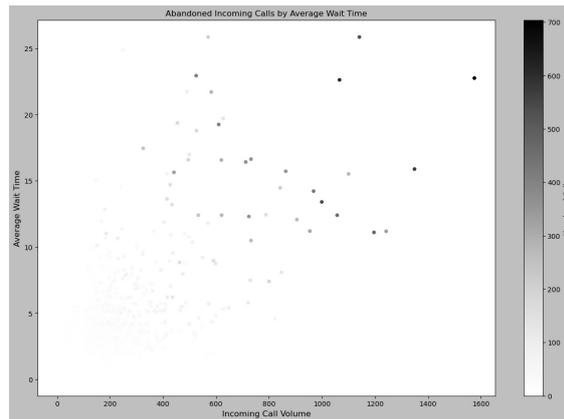


Figura 4: Disperccion.

Por el contrario, el nivel de servicio (SLA) y la velocidad promedio de respuesta (ASA) tienen una relación inversa.

## 6. Conclusiones

La Figura 5 ilustra que a medida que aumenta el volumen de llamadas, el nivel de servicio (SLA) disminuye y la velocidad promedio de respuesta (ASA) aumenta. Junto con el gráfico anterior, podemos observar que se esto ilustra claramente cómo ambos interactúan dando un alto índice de abandono.

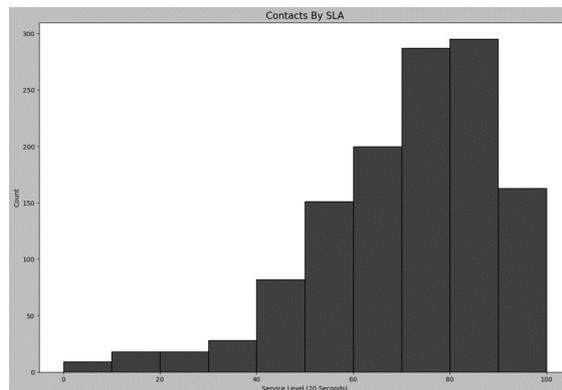


Figura 5: Disperccion.

- Llegamos a concluir que la gran mayoría de las **llamadas entrantes** superan el 60 % del **nivel de servicio (SLA)**, lo que nos lleva a decir que con un **nivel de servicio (SLA)** del 60 %, la **llamada promedio** se responde en menos de 1 minuto.
- Evidenciamos que al combinar los datos de los gráficos de arriba y abajo, se muestra que prácticamente no se abandonan las llamadas con un nivel de servicio al 60 %, aunque se ve que los impactos secundarios como ejemplo la experiencia del cliente pueden verse afectados, aunque la llamada no sea abandonada.
- También notamos que la base de datos tiene sus limitaciones ya que impiden un análisis más detallado sobre el impacto que esto puede ocasionar sobre la dotación del personal y las relaciones con respecto al abandono, el volumen u otros.
- Además, según los hallazgos encontrados, se vio la necesidad de que el próximo paso sería profundizar un poco más teniendo un conjunto de datos más amplio para lograr así determinar las causas que logran llevar las llamadas caer bajo el Umbral del 60 % y la determinación aceptable para



esta métrica del \*\*nivel de servicio (SLA)\*\* para equilibrar la experiencia del cliente, la dotación de personal y el costo.

## Referencias

- [1] R. M. Saltzman y V. Mehrotra, «A Call Center Uses Simulation to Drive Strategic Change,» *Interfaces*, vol. 31, n.º 3, págs. 87-101, jun. de 2001, ISSN: 1526-551X. DOI: [10.1287/inte.31.3.87.9632](https://doi.org/10.1287/inte.31.3.87.9632). dirección: <http://dx.doi.org/10.1287/inte.31.3.87.9632>.
- [2] T. R. Robbins y T. P. Harrison, «A stochastic programming model for scheduling call centers with global Service Level Agreements,» *European Journal of Operational Research*, vol. 207, n.º 3, págs. 1608-1619, dic. de 2010, ISSN: 0377-2217. DOI: [10.1016/j.ejor.2010.06.013](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.06.013). dirección: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2010.06.013>.
- [3] O. Aksin, M. Armony y V. Mehrotra, «The Modern Call-Center: A Multi-Disciplinary Perspective on Operations Management Research, Production and Operations Management,» *Special Issue on Service Operations in Honor of John Buzacott*, vol. 16, págs. 655-688, ene. de 2007.
- [4] G. Koole y A. Mandelbaum, *Annals of Operations Research*, vol. 113, n.º 1/4, págs. 41-59, 2002, ISSN: 0254-5330. DOI: [10.1023/a:1020949626017](https://doi.org/10.1023/a:1020949626017). dirección: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1020949626017>.
- [5] R. O. R. Diaz, *ESTUDIO DEL MODELO DE COLAS PARA UN MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA EN UN CALL CENTER*, Online, 2020. dirección: [PONTIFICIA%20UNIVERSIDAD%20CATOLICA%20DE%20PERU%20ESCUELA%20DE%20POSGRADO](https://pontificiauniversidadcatolica.edu.co/operacion/escuela/posgrado).
- [6] E. Raffo Lecca, L. Raez Guevara y C. Quispe Atuncar, «Medición de la atención en un call center usando box-jenkins,» *Industrial Data*, vol. 15, n.º 1, pág. 100, mar. de 2014, ISSN: 1560-9146. DOI: [10.15381/idata.v15i1.6255](https://doi.org/10.15381/idata.v15i1.6255). dirección: <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v15i1.6255>.
- [7] M. De Braham, «Artículo Nuevas perspectivas para entender el emprendimiento empresarial,» jun. de 2019.
- [8] S. D. Farhat, «La Actitud Conductual en las Intenciones Emprendedoras,» en Dialnet, 2016, págs. 42-48, ISBN: 1390-3748. dirección: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5603317>.
- [9] A. Valencia Arias, I. Montoya Restrepo y A. Montoya Restrepo, «Intención emprendedora en estudiantes universitarios: Un estudio bibliométrico,» *Intangible Capital*, vol. 12, n.º 4, pág. 881, ago. de 2016, ISSN: 1697-9818. DOI: [10.3926/ic.730](https://doi.org/10.3926/ic.730). dirección: <http://dx.doi.org/10.3926/ic.730>.
- [10] I. Ajzen y M. Fishbein, «The Influence of Attitudes on Behavior,» en ene. de 2005, vol. 173, págs. 173-221.
- [11] M. E. Elizundia Cisneros, «Desempeño de nuevos negocios: perspectiva de género,» *Contaduría y Administración*, vol. 60, n.º 2, págs. 468-485, abr. de 2015, ISSN: 0186-1042. DOI: [10.1016/S0186-1042\(15\)30010-3](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(15)30010-3). dirección: [http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042\(15\)30010-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042(15)30010-3).
- [12] J. César y A. F. Prado, «LIDERAZGO Y EMPRENDIMIENTO INNOVADOR EN NUEVAS EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA. UN ESTUDIO DE CASOS BASADO EN UN ENFOQUE DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO,» 2012. dirección: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:131576906>.
- [13] M. Guisado Tato y T. Crespo Franco, «INVESTIGACIONES EUROPEAS DE DIRECCIÓN Y ECONOMÍA DE LA EMPRESA. INFORME EDITORIAL,» *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 16, n.º 3, págs. 19-29, sep. de 2010, ISSN: 1135-2523. DOI: [10.1016/S1135-2523\(12\)60032-X](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60032-X). dirección: [http://dx.doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60032-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60032-X).
- [14] L. Mendes-Filho y M. S. D. de Carvalho, «FACTORES QUE INFLUYEN EN EL USO DEL CONTENIDO GENERADO POR EL USUARIO EN INTERNET. Un estudio preliminar con viajeros brasileños,» 2014. dirección: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:163094759>.
- [15] R. Mora Pabón, «Estudio de actitudes emprendedoras con profesionales que crearon empresa = Study of entrepreneurial attitudes of professionals who create their own companies,» *Revista Escuela de Administración de Negocios*, n.º 71, págs. 70-83, ago. de 2011, ISSN: 0120-8160. DOI: [10.21158/01208160.n71.2011.552](https://doi.org/10.21158/01208160.n71.2011.552). dirección: <http://dx.doi.org/10.21158/01208160.n71.2011.552>.



- [16] A. Valencia-Arias, P. A. Rodríguez Correa, J. A. Cárdenas-Ruiz y S. Gómez-Molina, «Factores que influyen en la intención emprendedora de estudiantes de psicología de la modalidad virtual,» *Retos*, vol. 12, n.º 23, págs. 5-24, mar. de 2022, ISSN: 1390-6291. DOI: [10.17163/ret.n23.2022.01](https://doi.org/10.17163/ret.n23.2022.01). dirección: <http://dx.doi.org/10.17163/ret.n23.2022.01>.
- [17] I. Rueda Sampedro, L. Sánchez Ruiz, Á. Herrero Crespo, B. Blanco Rojo y A. Fernández-Laviada, «¿Existen niveles adecuados de formación y financiación que incentiven la intención emprendedora?» *FAEDPYME INTERNATIONAL REVIEW*, vol. 2, n.º 3, jul. de 2013, ISSN: 2255-078X. DOI: [10.15558/fir.v2i3.33](https://doi.org/10.15558/fir.v2i3.33). dirección: <http://dx.doi.org/10.15558/fir.v2i3.33>.
- [18] J. Trujillo-Díaz, J. Cubillos y M. Becerra-Fernández, «Metodología para la simulación de centros de llamadas: caso de estudio,» vol. 5, ene. de 2010.

