

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: 3</b>

**Análisis estadístico de la incidencia de la Inteligencia Artificial Generativa sobre la demanda de aprendices del contrato SENA en el Centro de Servicios Financieros (2023–2024)**

Statistical analysis of the impact of Generative Artificial Intelligence on the demand for apprentices of the SENA contract at the Financial Services Centre (2023–2024)

**Gustavo Adolfo Cuadros Casanova**

gadcuadros@poligran.edu.co

Estudiante Maestría en Gestión Pública

Administrador de Empresas y Psicólogo con Especialización en Estadística. Actualmente trabajo en el SENA - Centro de Servicios Financieros de Bogotá en el área de Planeación. Mi interés en la realización de la maestría es profundizar en temas públicos y contar con nuevos conocimientos que se apliquen en las entidades y procesos públicos.

**Resumen**

El objetivo del siguiente trabajo de grado es determinar si la introducción y/o crecimiento de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) se relaciona con la variación en la demanda de aprendices contratados mediante el Contrato de Aprendizaje en los programas tecnológicos presenciales del Centro de Servicios Financieros CSF - SENA entre 2023 y 2024.

Mediante la revisión bibliográfica sistemática de artículos relacionados con la Inteligencia Artificial Generativa IAG, automatización y mercado laboral se construyó el marco teórico con el

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

propósito de medir la susceptibilidad de los programas tecnológicos que ofrece el CSF. Se creó una tabla de susceptibilidad con cinco niveles para clasificar los programas.

Se aplicaron coeficientes de correlación no paramétrica Spearman  $\rho$  y Kendall  $\tau$  para evaluar la asociación entre la demanda de aprendices y la introducción de la IAG. Los resultados no evidencian incidencia de la IAG en la demanda de aprendices para los programas de formación tecnológica analizados del CFS. Se recomienda continuar con el monitorio de los programas, actualizar los diseños curriculares para anticiparse a futuros cambios.

### **Palabras clave**

Inteligencia artificial generativa, diseños curriculares, correlación de spearman  $\rho$  y kendall  $\tau$ , automatización.

### **Abstract**

The objective of this thesis is to determine whether the introduction and/or growth of Generative Artificial Intelligence (GAI) is related to the variation in the demand for apprentices hired through the Apprenticeship Contract in the on-site technological programs of the Financial Services Center (Centro de Servicios Financieros - CSF) of SENA between 2023 and 2024.

A systematic literature review of articles related to Generative Artificial Intelligence, automation, and the labor market was conducted to build the theoretical framework, aimed at measuring the susceptibility of the technological programs offered by the CSF. A five-level susceptibility scale was developed to classify the programs. Non-parametric correlation coefficients—Spearman’s  $\rho$  and Kendall’s  $\tau$  were applied to assess the association between the demand for apprentices and the introduction of GAI.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

The results do not show any significant impact of GAI on the demand for apprentices in the technological training programs analyzed at the CSF. It is recommended to continue monitoring the programs and to update the curricular designs to anticipate future changes.

### **Keywords**

Generative artificial intelligence, curriculum designs, Spearman correlation  $\rho$  and Kendall  $\tau$ , automation.

## **INTRODUCCIÓN**

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG), generadores de código y sistemas de creación automática de imágenes está transformando las tareas rutinarias en numerosos sectores. Estudios periodísticos recientes advierten que varias ocupaciones podrían ser sustituidas, mientras que otras permanecerían relativamente protegidas (La Nación, 2023, 2 de octubre). A nivel académico, López del Castillo Wilderbeek (2024) plantea que la IAG debe entenderse como un fenómeno sociotécnico cuyos efectos dependen tanto de la capacidad del algoritmo como del contexto social que lo adopta. En la administración pública europea, Galindo Caldés (2019) documenta la incorporación de IA y Big Data en la gestión de personal, señalando impactos en la contratación y la formación. Costa et al. (2023) destacan, para América Latina, que la velocidad de la IAG exige una rápida reconversión de la fuerza laboral y la actualización de los programas educativos.

La Inteligencia Artificial Generativa (IAG) y la automatización de las tareas y trabajos están transformando sectores productivos y educativos con alta demanda de mano de obra y servicios personalizados. La literatura sobre el avance y uso de los modelos de IAG presenta diferentes

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

planteamientos sobre las consecuencias, beneficios, amenazas y oportunidades frente al uso de esta tecnología. Por ejemplo, López (2024) advierte que los grandes desarrolladores de IAG la ven como un medio para afianzar su posición de dominio. Por su parte, Arévalo et al. (2024) plantean que la IAG sobrepasa los límites de la privacidad y viola los derechos laborales existentes, eliminando garantías de los trabajadores. Barroso (2023) cita que los bajos costos de los robots, computadoras y máquinas son una motivación para que las empresas sustituyan la mano de obra humana por estos artefactos, y afirma que la IAG es capaz de realizar tareas repetitivas y simples.

Por otro lado, Benhamou (2022) refiere que la IAG no sustituye trabajos complejos y que su incidencia depende del contexto y del tipo de trabajo. A su vez, menciona que las implicaciones en el área laboral son limitadas y considera necesario contemplar otros factores que no sean solo técnicos. Propone un enfoque organizacional y humano que incluya factores como el rediseño de puestos de trabajo, la alfabetización digital, el entrenamiento para desarrollar nuevas capacidades, el juicio ético y la interacción social, entre otros. Finalmente, luego del análisis bibliográfico y del avance diario que tiene la IAG en todas las áreas del conocimiento y las aplicaciones que puede tener en diferentes campos, se puede deducir que el camino más beneficioso para todos es la alfabetización digital y el entrenamiento en nuevas competencias tecnológicas. Las empresas y el Estado tienen la responsabilidad con los trabajadores, y con la misma sociedad, de formarlos para el uso de esta nueva herramienta de trabajo.

La IAG es un nuevo modelo e instrumento de trabajo que potencia las competencias de un equipo calificado e impulsa a los rezagados. Personaliza la información, reduce los tiempos de entrega y propone y sugiere rutas para que los trabajadores puedan validar, aplicar o descartar nuevas ideas.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Las rutas de aprendizaje y aplicación parecen infinitas, y su impacto se observa en áreas como ventas, servicio al cliente, investigación médica, investigación física, diseño, industrias creativas, evaluación de proyectos, educación, derecho, etc.

Una revisión sistemática reciente documenta que, en Colombia, el interés académico y la adopción institucional de la inteligencia artificial en educación se aceleraron a partir de 2021, impulsados por los ajustes derivados de la pandemia (Bolaño-García & Duarte-Acosta, 2024). El estudio confirma ventajas como la personalización del aprendizaje y la retroalimentación adaptativa, pero advierte retos locales: calidad de los datos, capacitación docente, protección de la privacidad estudiantil y desconfianza frente a la automatización de tareas pedagógicas. Estos hallazgos indican que, aun cuando la IAG ofrece beneficios tangibles, su implementación efectiva requiere políticas claras, formación continua y salvaguardas éticas; condiciones igualmente pertinentes para los programas de formación para el trabajo analizados en esta investigación.

El Centro de Servicios Financieros (CSF) del SENA, orientado a banca, contabilidad y finanzas, parece especialmente expuesto a la automatización. Hasta hoy, ninguna investigación ha cruzado el riesgo de automatización por IAG de cada programa con datos reales de contratación de aprendices. Esto limita la capacidad del SENA para ajustar de forma oportuna sus programas tecnológicos presenciales.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

## Objetivo general

Analizar estadísticamente la incidencia de la Inteligencia Artificial Generativa en la demanda de aprendices del contrato SENA en el Centro de Servicios Financieros durante el periodo 2023–2024

## Delimitaciones

- El análisis se restringe al Centro de Servicios Financieros (CSF) del SENA, Regional Distrito Capital, por ser la sede donde se concentra la oferta tecnológica objeto de la investigación.
- Solo se consideraron contratos de aprendizaje cuya fecha de inicio esté entre el 1 de enero de 2023 y el 31 de diciembre de 2024. Cualquier contrato anterior o posterior quedó excluido.
- Se trabajó con los 11 programas tecnológicos presenciales del CSF vigentes en el catálogo durante el bienio; no obstante, Gestión de Tesorería y Recursos Financieros no registró contratos 2023-2024 y, por tanto, no aportó datos a la variación porcentual ni a las correlaciones.
- Tipo de datos: únicamente se emplearon registros administrativos del SENA relativos a la etapa productiva (Contratos de Aprendizaje). No se incluyeron prácticas sin contrato ni otras modalidades de vinculación.
- Enfoque geográfico: los resultados se circunscriben a los programas del Centro de Servicios Financieros y no se generalizan a otras regionales o centros de formación del SENA ni a instituciones externas.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

- Se obtuvieron 6461 registros, distribuidos en 10 programas tecnológicos presenciales que registraron actividad contractual durante periodo de estudio.

### **Motivación**

La inteligencia artificial generativa (IAG) se ha extendido a ámbitos clave como el trabajo y la educación, y su avance plantea interrogantes sobre el futuro del Contrato de Aprendizaje del SENA. Explorar esta relación permitirá medir el posible efecto de la automatización en los aprendices, las empresas y el Estado, un tema aún inexplorado en la literatura indexada.

Según el DANE, el desempleo nacional alcanzó 9,9 % en julio de 2024, dato que agrava problemas sociales y económicos. Si las compañías reducen personal por la adopción de IAG, la demanda de aprendices ligada al número de trabajadores contratados también descenderá. Ello podría generar un desempleo estructural, jóvenes sin puerta de entrada al mercado laboral y empleados de edad media carentes de competencias digitales. Por eso se requiere un análisis sustentado en datos e indicadores sólidos.

El estudio busca que el SENA adopte medidas preventivas incluidas políticas públicas oportunas para el Contrato de Aprendizaje. El sector privado espera, a su vez, contar con talento joven y capacitado que se ajuste a sus necesidades. Finalmente, el SENA deberá garantizar que sus programas ofrezcan oportunidades reales de empleo tanto a los nuevos técnicos como a la población de mediana edad, reforzando las habilidades que hoy demanda la economía digital impulsada por la IAG.

### **Relevancia**

Este trabajo ofrece a la Entidad una evidencia cuantitativa sobre la relación entre (i) el nivel de “Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

susceptibilidad de cada programa a la automatización por IAG y (ii) la variación real de aprendices contratados en 2023-2024. La información permite:

1. Priorizar decisiones de actualización curricular donde la caída de demanda coincide con altos niveles de automatización.
2. Sustentar la ampliación o creación de módulos de IA y análisis de datos en programas con riesgo medio o alto.
3. Respalda con indicadores objetivos la asignación de cupos y recursos de formación, mejorando la alineación con necesidades productivas de Bogotá y el sector empresarial.

En suma, el estudio actúa como una herramienta de planificación estratégica que ayuda al SENA a predecir la empleabilidad de sus aprendices y a mantener la relevancia social de la formación tecnológica ante el avance acelerado de la inteligencia artificial.

## MÉTODO

El análisis estadístico desarrollado en esta investigación se articuló con el objetivo general de analizar estadísticamente la incidencia de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) en la demanda de aprendices del Contrato de Aprendizaje en el Centro de Servicios Financieros (CSF) del SENA durante el periodo 2023–2024. Para ello, se examinaron los cambios en la cantidad de aprendices contratados por programa tecnológico y se contrastaron con los niveles de susceptibilidad de dichos programas frente a la automatización generativa. Este proceso permitió explorar si existe una relación cuantificable entre la exposición teórica a la IAG y la evolución real en la demanda de aprendices, utilizando métodos de análisis no paramétrico como Spearman y Kendall. A continuación, se detalla el procedimiento aplicado.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

## 1. Preparación de los Datos

Se partió de una base de datos administrativa del SENA con 8.034 registros brutos. El proceso de depuración comprendió:

- Se importó el archivo en formato Excel utilizando la función `readxl::read_excel()` dentro del entorno R.
- Posteriormente, se convirtió la columna correspondiente a la fecha de inicio del contrato usando `lubridate::dmy()` para asegurar un formato estandarizado de fechas.
- Se aplicó un filtro temporal para conservar únicamente los contratos que iniciaron entre el 1 de enero de 2023 y el 31 de diciembre de 2024, conforme al periodo definido en los objetivos del estudio.
- Finalmente, se validó que no existieran registros duplicados en términos del identificador de sujeto, programa y año. En consecuencia, no fue necesario aplicar eliminación de duplicados, ya que todos los registros eran únicos.

## 2. Tratamiento de Valores Atípicos

Durante el análisis de la variación porcentual de aprendices contratados por programa, se identificaron casos con incrementos significativamente superiores al resto, considerados como valores atípicos desde una perspectiva descriptiva. Sin embargo, estos valores no fueron eliminados ni transformados, ya que reflejan comportamientos reales del mercado formativo durante el período de estudio.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Por ejemplo, el programa “Gestión Integral del Riesgo en Seguros” registró un aumento porcentual cercano al +380 %, al pasar de un número muy bajo de aprendices contratados en 2023 a una cifra considerablemente mayor en 2024. Esta variación fue calculada mediante una fórmula ajustada que evita divisiones por cero, incorporando un pseudo-conteo de +1 en el denominador.

Se optó por conservar estos valores dentro del análisis final, tanto en las correlaciones como en las gráficas de dispersión, ya que aportan información relevante sobre posibles cambios estructurales en la demanda de formación. Este enfoque se alinea con una perspectiva exploratoria que busca comprender los efectos emergentes de la automatización sin introducir sesgos al excluir casos extremos reales.

### 3. Escala de Susceptibilidad

Cada programa de formación fue clasificado en una escala de 1 a 5 según su nivel de susceptibilidad a la automatización por Inteligencia Artificial Generativa (IAG), utilizando dos enfoques metodológicos complementarios. Para los programas de perfil técnico, se implementó un modelo basado en *embeddings* semánticos con el algoritmo GloVe, entrenado a partir de una matriz de co-ocurrencia construida con la librería `text2vec` en R.

Posteriormente, se calcularon las similitudes de coseno entre los vectores representativos de los diseños curriculares y los de los 61 artículos especializados en IAG, aplicando un procedimiento *bootstrap* con 200 réplicas para estimar la media y desviación estándar. Para los programas con menor carga técnica, se aplicó una estrategia de coincidencia léxica utilizando

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

la proporción de términos relacionados con IAG identificados mediante un diccionario especializado (modelo TF-IDF).

En ambos casos, los valores continuos de similitud fueron transformados en una escala discreta del 1 (Nulo o muy bajo) al 5 (muy alto), de acuerdo con umbrales definidos y validados empíricamente. Esta clasificación fue para evaluar la posible asociación entre la exposición teórica a la IAG y la evolución reciente en la demanda de aprendices por parte del sector productivo.

#### 4. Cálculo de la Variación Porcentual

La variable dependiente fue calculada como: donde  $n_{2023}$  y  $n_{2024}$  representan el número de aprendices contratados en cada año, sumando 1 al denominador para evitar divisiones por cero.

Variación % de aprendices	$(n(2024) - n(2023)) / (n(2023) + 1) \times 100$
---------------------------	--

#### 5. Análisis de Asociación Estadística

Para examinar la relación entre las dos variables (nivel de susceptibilidad y variación % de aprendices), se aplicaron dos pruebas no paramétricas:

- Coeficiente de correlación de Spearman  $\rho$ : analiza si hay una relación monótonica entre los rangos de las variables.

Resultado:  $\rho = -0.0139$ ;  $p = 0.97 \rightarrow$  sin relación significativa.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

- Coeficiente de correlación de Kendall  $\tau$ -b: evalúa la concordancia o discordancia entre pares de observaciones.

Resultado:  $\tau = -0.0287$ ;  $p = 0.917 \rightarrow$  sin asociación significativa.

Ambas pruebas fueron ejecutadas sobre una muestra de 10 programas (se excluyó uno por falta de datos), y los resultados convergieron en confirmar la hipótesis nula: no existe una relación estadísticamente significativa entre la susceptibilidad del programa frente a la IAG y la variación en la demanda de aprendices en el periodo analizado.

## 6. Integración de Resultados con la Escala de Susceptibilidad

Los resultados de los coeficientes fueron contrastados con los niveles de susceptibilidad de cada programa, obtenidos en la fase semántica. Aunque se identificaron programas con nivel 5 (muy alto) de susceptibilidad que presentaron disminuciones notables en la demanda, también hubo programas con ese mismo nivel que experimentaron incrementos.

Este comportamiento errático y disperso, evidenciado gráficamente y confirmado estadísticamente, sustenta la conclusión de que la IAG no ha generado aún un patrón observable y consistente de impacto sobre la contratación de aprendices en el CSF.

A continuación, se presentan dos cuadros en los cuales se describen las actividades y descripción de cada paso aplicado en el trabajo. La Tabla 1 se encuentra el detalle de la metodología y en la

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Tabla 2 las explicaciones más relevantes con el fin de contextualizar el lenguaje técnico aplicado al trabajo.

- Variable dependiente: cambio porcentual en el número de aprendices por programa entre 2023 y 2024.
- Variable independiente: nivel de susceptibilidad (1-5) de cada programa frente a la automatización generativa, ya calculado mediante el modelo Embeddings GloVe + Bootstrap y Diccionario IAG.

Entonces, el trabajo se centra en responder si mayores niveles de susceptibilidad (riesgo frente a la IAG) están vinculados con descensos o incrementos en la demanda real de aprendices por programa de formación en el periodo estudiado.

**Tabla 1.**  
**Descripción Metodológica**

<i>Actividad</i>	<i>Descripción</i>
Corpus	Conjunto de documentos seleccionados para el análisis; aquí incluye la literatura de 61 artículos y los diseños curriculares de los programas de formación.
Tipo de investigación	Cuantitativa, no experimental, ex post facto y de alcance correlacional. No se manipularon variables; se observó la relación entre la demanda de aprendices y la susceptibilidad de los programas a la automatización frente a la IAG.
Lugar y población	Centro de Servicios Financieros (CSF) del SENA, Bogotá. Población censal: 6461 aprendices con Contrato de Aprendizaje iniciado entre el 1-ene-2023 y el 31-dic-2024.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Fuentes de información	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Registro administrativo base de datos con 8034 filas brutas.</li> <li>2. Diseños curriculares de los once programas tecnológicos presenciales.</li> <li>3. Corpus de 61 artículos sobre Inteligencia Artificial y automatización (base para la escala de susceptibilidad).</li> </ol>
Herramientas de compilación y procesamiento	<p>Librerías de R</p> <p>readxl, dplyr, tidyr, lubridate, stringr, stringi (depuración de datos), tokenizers, text2vec (NLP), ggplot2, ggrepel (visualización).</p>
Procedimiento de campo (datos administrativos)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Importación del archivo Excel.</li> <li>2. Conversión y validación de fechas</li> <li>3. Filtro de contratos con fecha de inicio 2023-2024.</li> <li>4. Verificación de duplicados; ninguno identificado.</li> </ol>
Procedimiento para clasificación del programa de formación al nivel de susceptibilidad	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tokenización (dividir texto en palabras, frases, etc.) de los 61 artículos y de cada diseño curricular.</li> <li>2. Construcción de una matriz de co-ocurrencia (TCM) y entrenamiento de vectores GloVe de 50 dimensiones.</li> <li>3. Obtención del “vector promedio” por artículo y por programa de formación.</li> <li>4. Cálculo de 200 réplicas bootstrap de similitud coseno programa - literatura; hallar la media, desviación estándar y clasificación en nivel de susceptibilidad 1 a 5.</li> </ol>
Variables analizadas	<p>Variación porcentual de aprendices</p> <p>Nivel de susceptibilidad (1 = muy bajo, ..., 5 = muy alto)</p>
Perspectiva de análisis	<p>Socio técnica: se contrasta el riesgo teórico según la escala de susceptibilidad con base en la literatura frente a la demanda real de aprendices SENA contratados mediante el contrato de aprendizaje en el CSF.</p>

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Pruebas estadísticas	- Spearman $\rho$ y Kendall $\tau$ para medir asociación monotónica entre variación en la demanda de aprendices y nivel de susceptibilidad del programa. - Nivel de significancia $\alpha = 0,05$ .
----------------------	--

Fuente: Elaboración propia

En suma, el diseño combina análisis bibliométrico semántico para clasificar los diseños curriculares de los programas de formación con datos administrativos del CSF. Esto permitió medir si los programas más expuestos a la IAG están experimentando una contracción o expansión en la demanda de aprendices dentro del periodo de estudio.

**Tabla 2**  
**Grado de Susceptibilidad y Rango de Similitud**

<b>Nivel</b>	<b>Descripción del Grado de Susceptibilidad</b>	<b>Rango de similitud</b>
1	<b>Nulo o muy bajo:</b> El programa de formación abarca principalmente tareas o competencias que, según la literatura citada en el “Estado del Arte Investigación”, se consideran de difícil automatización (intensivas en habilidades sociales, creativas o que requieren juicio humano complejo).	(-Inf, 0.01]
2	<b>Bajo:</b> El programa está parcialmente expuesto a la automatización, pero la mayor parte de sus competencias laborales involucran aspectos prácticos y humanos de complejidad moderada, lo que reduce el potencial de sustitución por IAG a corto plazo.	(0.01, 0.05]
3	<b>Medio:</b> Combina tareas más rutinarias y automatizables con otras que requieren competencias no fácilmente sustituibles por IA. El riesgo de automatización existe en parte, aunque también hay componentes de interacción, creatividad o supervisión humana significativos.	(0.05, 0.10]
4	<b>Alto:</b> La mayoría de las competencias y tareas asociadas al programa son repetitivas o requieren menos juicio humano, por lo que, según la	(0.10, 0.20]

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

	literatura revisada, la adopción de IAG podría reemplazarlas o transformarlas sustancialmente en el futuro inmediato.	
5	<b>Muy alto:</b> Prácticamente todas las tareas formativas están vinculadas a actividades de alto riesgo de automatización, ya que son repetitivas, basadas en patrones y datos procesables por IA generativa. El potencial de sustitución de mano de obra humana es muy elevado.	(0.20, Inf)

Fuente: *Elaboración propia*

¿Qué mide la Escala?

Qué tan “alineado” está el lenguaje del programa de formación (sus descriptores, competencias, contenidos tomados del diseño curricular) con los temas, términos y conceptos que aparecen en la literatura sobre IAG y automatización.

¿Escala de interpretación?

- Un valor de 0 implicaría sin solapamiento (similaridad semántica y algunos vocabularios totalmente distintos).
- Un valor de 1 sería idéntico en cuanto a la distribución de pesos, es decir que existe solapamiento entre la literatura y el diseño curricular del programa de formación.
- Un valor de -1 indicaría nula relación entre los contenidos semánticos de la literatura y los diseños de los programas de formación.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

**Tabla 3**

**Explicación Conceptos Técnicos**

<i>Concepto</i>	<i>Descripción</i>	<i>Explicación</i>
TCM (Term Co-occurrence Matrix - Matriz termino contexto)	Matriz que cuenta cuántas veces dos palabras aparecen juntas en una ventana de contexto.	Captura la proximidad léxica; base para algoritmos de embeddings.
GloVe (Global Vectors)	Algoritmo que aprende un vector numérico de 50 dimensiones por palabra a partir de la TCM.	Palabras con contextos parecidos quedan cerca en el espacio vectorial. Vectores densos que representan palabras según su contexto de co-ocurrencia. Permiten captar relaciones semánticas más allá de coincidencias exactas de término.
TF-IDF	Grado en que el vocabulario o las ideas de dos textos coinciden. En TF-IDF + coseno, es la proporción de términos comunes ponderados. Nivel de susceptibilidad léxica (1 = nulo o muy bajo. 5 = muy alto) asignado a partir de los siguientes umbrales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;0.005 = 1 = Nulo</li> <li>• 0.005–0.01 = 2 = Muy bajo</li> <li>• 0.01–0.02 = 3 = Moderado</li> <li>• 0.02–0.05 = 4 = Alto</li> <li>• &gt;0.05 = 5 = Muy Alto</li> </ul>	Ponderación que combina la frecuencia local (TF) de un término en un documento con la rareza global (IDF) en todo el corpus; permite destacar palabras distintivas.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Vector promedio de documento	Promedio de los vectores de todas las palabras de un artículo o programa de formación.	Sirve como “huella semántica” compacta de cada texto.
Similitud de coseno	Mide el ángulo entre dos vectores; 1 = idénticos, 0 = sin relación, -1 = completamente opuestos.	Utilizada para cuantificar afinidad del programa de formación con la matriz de la literatura.
Bootstrap (200 réplicas)	Repetición aleatoria (con el 80 % de artículos) para estimar media y variabilidad de la similitud.	Técnica de remuestreo que evalúa la variabilidad del indicador (similitud media) generando múltiples réplicas del cálculo; aporta una medida de confiabilidad (DE).
Vector promedio	Representación de un documento como la media de los embeddings (representación numérica de un vector) de todas sus palabras.	Simplifica un texto completo en único vector semántico.
Umbral de corte	Intervalos definidos para mapear un valor continuo de similitud a niveles discretos (1–5).	Por ejemplo, (0.10, 0.20] → nivel 4.
Variación % de aprendices	$\frac{(n(2024) - n(2023))}{(n(2023) + 1)} \times 100$	Indica crecimiento o caída relativa de la demanda por programa.
Desviación Estándar	Indicador de dispersión de las similitudes obtenidas en cada réplica Bootstrap.	Una DE baja señala resultados estables y confiables.
Correlación de Spearman $\rho$	Correlación de rangos que detecta relaciones monotónicas (no necesariamente lineales).	No requiere normalidad; robusta frente a valores extremos.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Correlación Kendall $\tau$	Correlación de rangos basada en pares concordantes / discordantes.	Más estable con n pequeño; corrige empates de los programas de formación.
Alfa de $\alpha = 0,05$	Umbral para considerar un resultado estadísticamente significativo.	$p \leq 0,05$ = se rechaza la hipótesis nula. $p > 0,05$ = no se rechaza.

Fuente: Elaboración propia

Para validar el modelo aplicado en el trabajo también se aplicó la Correlación de Kendall T. La aplicación del coeficiente brinda solidez estadística a los resultados y confirma si los datos tienen el mismo comportamiento hallado mediante el Coeficiente de Spearman  $\rho$ .

**Tabla 4**

**Correlación de Spearman  $\rho$**

<b>Característica</b>	<b>Detalle</b>
Tipo de prueba	No paramétrica, basada en rangos.
Qué mide	La fuerza y dirección de la asociación monotónica entre dos variables ordinales. Evalúa si al aumentar una variable, la otra también tiende a aumentar (o disminuir), sin requerir una relación lineal estricta.
Escala	$\rho [-1, +1]$ • +1 = concordancia perfecta (correlación +) -1 = discordancia perfecta (correlación -) 0 = sin tendencia (sin correlación).

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5**

**Correlación de Kendall  $\tau$**

<b>Característica</b>	<b>Detalle</b>
Tipo de prueba	No paramétrica, basada en rangos. También evalúa la correlación por rangos, pero compara pares de observaciones para determinar cuántos están en el mismo orden (concordantes) o en orden inverso (discordantes). Es más robusto que Spearman $\rho$

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

	ante muchos empates en los datos (por ejemplo, si varios programas tienen la misma variación).
Qué mide	La fuerza y dirección de la asociación monotónica entre dos variables ordinales/continuas.
Escala	$\tau \in [-1, +1]$ • +1 = todos los pares tienen concordancia perfecta. -1 = todos los pares son discordancia perfecta. 0 = sin tendencia o asociación.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6**  
**Diferencias Entre Coeficientes Aplicadas al Trabajo**

<b>Característica</b>	<b>Spearman <math>\rho</math></b>	<b>Kendall <math>\tau</math></b>
Tipo de cálculo	Correlación de rangos	Concordancia de pares
Sensibilidad a empates	Menor	Mayor (ajusta por empates)
Interpretación	Más intuitiva	Más precisa con datos ordinales
Estabilidad con pocos datos	Menos estable	Más estable

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, una vez aplicado el método de Embedding y Bootstrap a cada diseño curricular de los once programas de formación y a cada uno de los artículos (61), se obtuvo la desviación estándar (DE). Aplicada en este contexto cuantifica la variabilidad de las similitudes de coseno medias que obtuvimos, entre menor variabilidad mayor certeza que la asignación del nivel de susceptibilidad asignado es estadísticamente válida (no es azarosa), luego se asignó cada valor de similitud de coseno a la Escala de Susceptibilidad (1 a 5) y según los umbrales arriba definidos.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Finalmente, para validar los vectores se corrieron similitudes de coseno entre: Matriz–Programa; Matriz–Tabla; Programa–Tabla.

En resumen, la DE mide qué tan robusto es el puntaje de similitud de cosenos. Cuanto más baja, más certeza existe de que el nivel de susceptibilidad asignado (1 a 5) es un patrón consistente en relación con toda la literatura (matriz de 61 artículos), y no con un pequeño subconjunto de artículos.

El programa estadístico usado fue RStudio y se usó el apoyo de la IAG en la generación de código.

## RESULTADOS

Los valores de similitudes de coseno, media, desviación estándar DE e interpretación de resultados para cada programa de formación se describen a continuación:

### 1. Programa Formación Análisis Y Desarrollo De Software

	Comparación	Coseno	Interpretación	Nivel Susceptibilidad
DE ≈ 0.021	Matriz–Programa	0.9198	El vector del programa comparte 92 % de dirección semántica con el de la literatura (matriz), lo cual confirma el fuerte solapamiento conceptual.	5
Media ≈ 0.272	Matriz–Tabla	0.9811	El vector de la tabla de susceptibilidad coincide casi en un 98 % con el de la	5

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

			literatura, ya que la tabla está directamente construida a partir de esa misma matriz.	
	Programa–Tabla	0.9170	La tabla de susceptibilidad está también muy alineada en un 91,7 % con el programa de formación, lo que muestra coherencia entre la definición de niveles y el contenido curricular.	5

Una DE de 0.021 demuestra que el nivel de susceptibilidad asignado de 5 es consistente con la literatura. Además, la verificación de vectores muestra valores superiores al 90% y la comparación Matriz–Programa comparte un 91% de solapamiento semántico y muy susceptible respecto a la IAG.

## 2. Programa Formación Gestión Bancaria y de Entidades Financieras

DE	Comparación	Coseno	Interpretación	Nivel Susceptibilidad
DE 0.007 Media 0.844	Matriz–Programa	0.869	El vector del programa comparte 86.9 % de dirección semántica con el de la literatura (matriz), lo cual confirma el fuerte solapamiento conceptual.	5
	Matriz–Tabla	0.970	El vector de la tabla de susceptibilidad coincide casi en un 97 % con el de la literatura, ya que la tabla está directamente construida a partir de esa misma matriz.	5
	Programa–Tabla	0.873	La tabla de susceptibilidad está también muy alineada en un 87.3 % con el programa de formación, lo que muestra coherencia	5

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

			entre la definición de niveles y el contenido curricular.	
--	--	--	---	--

Una DE de 0.00 demuestra total estabilidad con relación al nivel de susceptibilidad asignado de 5 y la literatura relacionada con la IAG. La verificación de vectores muestra valores superiores cercanos al 90% y la comparación Matriz–Programa comparte un 86.9% de solapamiento semántico.

### 3. Programa Formación Gestión Contable y de Información Financiera

DE	Comparación	Coseno	Interpretación	Nivel Susceptibilidad
DE 0.006 Media 0.921	Matriz–Programa	0.941	El vector del programa comparte 94.1 % de dirección semántica con el de la literatura (matriz), lo cual confirma el fuerte solapamiento conceptual.	5
	Matriz–Tabla	0.986	El vector de la tabla de susceptibilidad coincide casi en un 98.6 % con el de la literatura, ya que la tabla está directamente construida a partir de esa misma matriz.	5
	Programa–Tabla	0.931	La tabla de susceptibilidad está también muy alineada en un 93.1 % con el programa de formación, lo que muestra coherencia entre la definición de niveles y el contenido curricular.	5

Una DE de 0.006 refleja solidez de la medida y una media de 0.921 equivale a que en promedio los vectores de los artículos coinciden en un 92.1%. En otras palabras, la asignación del nivel de

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

susceptibilidad también es consistente, nivel 5, y la comparación de cosenos son superiores al 90%, es decir un alto solapamiento semántico entre la literatura y el diseño curricular del programa de formación. Por tanto, alta susceptibilidad del programa frente a la IAG.

#### 4. Programa Formación Gestión de Negocios Fiduciarios

DE	Comparación	Coseno	Interpretación	Nivel Susceptibilidad
DE 0.010  Media 0.879	Matriz-Programa	0.907	El vector del programa comparte 90.7 % de dirección semántica con el de la literatura (matriz), lo cual confirma el fuerte solapamiento conceptual.	5
	Matriz-Tabla	0.974	El vector de la tabla de susceptibilidad coincide casi en un 97.4 % con el de la literatura, ya que la tabla está directamente construida a partir de esa misma matriz.	5
	Programa-Tabla	0.893	La tabla de susceptibilidad está también muy alineada en un 89.3 % con el programa de formación, lo que muestra coherencia entre la definición de niveles y el contenido curricular.	5

Para el programa de Gestión de Negocios Fiduciarios se presenta un solapamiento con la literatura del 87.9%. La DE refleja que la similitud de coseno es estable frente al nivel de susceptibilidad asignado (nivel 5). Es un programa altamente alineado con la literatura y muy susceptible frente a la IAG. Los resultados de la verificación de vectores también muestran cosenos con altos niveles de solapamiento semántico validando el resultado de la media y DE.

#### 5. Programa Formación Gestión Contable y Financiera

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

DE	Comparación	Coseno	Interpretación	Nivel Susceptibilidad
DE 0.009  Media 0.91	Matriz–Programa	0.930	El vector del programa comparte 93.0 % de dirección semántica con el de la literatura (matriz), lo cual confirma el fuerte solapamiento conceptual.	5
	Matriz–Tabla	0.982	El vector de la tabla de susceptibilidad coincide casi en un 98.2 % con el de la literatura, ya que la tabla está directamente construida a partir de esa misma matriz.	5
	Programa–Tabla	0.940	La tabla de susceptibilidad está también muy alineada en un 94.0 % con el programa de formación, lo que muestra coherencia entre la definición de niveles y el contenido curricular.	5

Para el programa Gestión Contable y Financiera con una DE 0.009 refleja solidez y una media de 91% refleja que está altamente alineado con la literatura de la matriz y la tabla de niveles de susceptibilidad. En conclusión, el diseño curricular de Gestión Contable y Financiera es muy susceptible a la IAG. Las tres comparaciones de cosenos confirman de nuevo alta cohesión semántica con valores >90%.

## 6. Programa Formación Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información

DE	Comparación	Coseno	Interpretación	Nivel Susceptibilidad
DE 0.012	Matriz–Programa	0.680	El vector del programa comparte 68.0 % de dirección semántica con el de la literatura (matriz), lo cual confirma el fuerte solapamiento conceptual.	5

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Media 0.611	Matriz–Tabla	0.969	El vector de la tabla de susceptibilidad coincide casi en un 96.9 % con el de la literatura, ya que la tabla está directamente construida a partir de esa misma matriz.	5
	Programa–Tabla	0.731	La tabla de susceptibilidad está también muy alineada en un 73.1 % con el programa de formación, lo que muestra coherencia entre la definición de niveles y el contenido curricular.	5

Para el programa Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información con una DE 0.012 refleja solidez y una media de 61.1% refleja alineación con la literatura de la matriz y la tabla de niveles de susceptibilidad, no tan alta como los otros programas. Su diseño curricular es susceptible a la IAG con un 68% de solapamiento semántico en la comparación de coseno matriz-programa, de hecho, es la menor respecto a los anteriores resultados.

Para los siguientes programas se ajustó al modelo TF-IDF creando un diccionario de términos (palabras claves) directamente relacionados con IAG con el fin de evitar palabras genéricas que interfirieran en la interpretación de los resultados. Pues los diseños curriculares y los artículos comparten términos que no son intrínsecos a la IAG, como son: “proyecto”, “equipo”, “desarrollo”, “modelo”, “datos”, etc. Esto afecta el solapamiento semántico y la confiabilidad de los datos.

El fin de crear un diccionario técnico de términos desde la literatura es medir la similitud contextual, la confiabilidad estadística de la clasificación mediante el cálculo de similitudes y validar que las palabras de los programas de formación, a los que se les aplicó el método, denotan

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

contextos relacionados con IAG. Contar con un diccionario focalizado diferencia un programa con enfoque social de aquellos con componentes técnicos de IAG.

Entonces, el diccionario de términos técnicos y específicos asociados con la IAG son:

"inteligencia", "artificial", "generativa", "profundo", "aprendizaje", "redes", "neuronal", "transformador", "modelo", "transformadores", "prompt", "inferencia", "entrenamiento", "base de datos", "token", "tokenización", "atención", "codificador", "decodificador", "inserción".

Los resultados de los programas de formación con el modelo TF – IDF diccionario de términos son:

### 1. Programa Formación Gestión de Proyectos de Desarrollo Económico y Social

<b>Resultado Proporción de tokens del Programa Vs. Diccionario IAG</b>	<b>Resultado TF- IDF clasificación Nivel de Susceptibilidad</b>
0	1

El resultado cero en la proporción de token indica que ninguna de las palabras del diccionario de términos de IAG están en el diseño curricular de programa. Es decir, que se ubica en nivel 1 con resultado menor a  $<0.005$  con nula susceptibilidad o mínima respecto a la IAG y es poco probable que el programa se vea impactado por la automatización.

### 2. Programa Formación Gestión Integral del Riesgo en Seguros

<b>Resultado Proporción de tokens del Programa Vs. Diccionario IAG</b>	<b>Resultado TF- IDF clasificación Nivel de Susceptibilidad</b>
0.008	2

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código:</b> II-MA-009
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión:</b> I

La proporción respecto a la IAG equivale al 0.8% entonces las palabras del programa de formación coinciden con el diccionario de IAG en ese porcentaje. Se clasifica en nivel 2 de la escala de susceptibilidad léxica con menos del 1% del vocabulario relacionado con IAG.

### 3. Programa Formación Gestión Empresarial

<b>Resultado Proporción de Tokens del Programa Vs. Diccionario IAG</b>	<b>Resultado TF- IDF clasificación Nivel de Susceptibilidad</b>
0.007	2

La proporción respecto a la IAG equivale al 0.7% es decir que las palabras del programa de formación coinciden con el diccionario de IAG en ese porcentaje. Se clasifica en nivel 2 de la escala de susceptibilidad léxica o poco susceptible frente a la IAG.

### 4. Programa Formación Gestión Integral en Fondos de Pensiones y Cesantías

<b>Resultado Proporción de Tokens del Programa Vs. Diccionario IAG</b>	<b>Resultado TF- IDF clasificación Nivel de Susceptibilidad</b>
0.01	2 - 3

La proporción de palabras del programa versus el diccionario de IAG equivale al 1% clasificándose entre nivel 2 y 3. Es un valor con muy baja susceptibilidad léxica y pesar de que esta justo en la frontera (rango); solo 1 de cada cien se relaciona con los términos específicos del diccionario IAG. A pesar de ser un valor más alto en comparación con los otros programas de formación tampoco exige un rediseño curricular inmediato.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código:</b> II-MA-009
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión:</b> I

## 5. Programa Formación Gestión de Tesorería y Recursos Financieros

<b>Resultado Proporción de Tokens del Programa Vs. Diccionario IAG</b>	<b>Resultado TF- IDF clasificación Nivel de Susceptibilidad</b>
0.033	4

La proporción de tokens del programa versus el diccionario de términos específicos de IAG es del 3.3% ubicándolo en nivel 4 o alto de susceptibilidad léxica. Es decir que aparecen varios términos IAG y es un indicativo de que el diseño curricular presenta conceptos relacionados con la IA. En otras palabras, puede ser pertinente una actualización curricular del programa.

**Tabla 7**

**Análisis de Susceptibilidad de los 11 Programas de Formación Tecnológica del CSF – SENA**

<b>Programa</b>	<b>Nivel de Susceptibilidad</b>	<b>Modelo Aplicado</b>
Análisis y Desarrollo de Software	5 (Muy Alto)	Embeddings GloVe + Bootstrap
Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información	5 (Muy Alto)	Embeddings GloVe + Bootstrap
Gestión Bancaria y de Entidades Financieras	5 (Muy Alto)	Embeddings GloVe + Bootstrap
Gestión Contable y de Información Financiera	5 (Muy Alto)	Embeddings GloVe + Bootstrap
Gestión de Negocios Fiduciarios	5 (Muy Alto)	Embeddings GloVe + Bootstrap
Gestión Contable y Financiera	5 (Muy Alto)	Embeddings GloVe + Bootstrap
Gestión de Tesorería y Recursos Financieros	4 (Alto)	Diccionario IAG
Tecnología en Gestión de Proyectos de Desarrollo Económico y Social	1 (Nulo o Muy Bajo)	Diccionario IAG
Gestión Integral del Riesgo en Seguros	2 (Bajo)	Diccionario IAG
Gestión Empresarial	2 (Bajo)	Diccionario IAG
Gestión Integral en Fondos de Pensiones y Cesantías	2 (Bajo)	Diccionario IAG

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código:</b> II-MA-009
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión:</b> I

Luego de la clasificación de los modelos según su nivel de susceptibilidad frente a la IAG inicia el análisis estadístico aplicando el coeficiente de correlación de Spearman  $\rho$  y Kendall  $\tau$ , con el objetivo de analizar la incidencia de la Inteligencia Artificial Generativa en la demanda de aprendices del contrato SENA en el Centro de Servicios Financieros entre los periodos 2023 y 2024. Se analizaron 6461 registros con 10 programas de formación. Se excluyó del análisis el programa Gestión de Tesorería y Recursos Financieros pues no contaba con datos en el periodo fijado.

### Resultado de la Prueba de Spearman $\rho$

<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>
$\rho$ (rho)	-0.0139
p-value	0.97
n	10 programas de formación

Con un  $\rho \approx 0$  indica que no hay ninguna relación monótonica entre el nivel de susceptibilidad y la variación porcentual de aprendices para el periodo de estudio 2023 – 2024. En consecuencia, con un p-valor de  $0.97 > 0.05$  no se rechaza la  $H_0$  indicando carencia de relación estadística significativa.

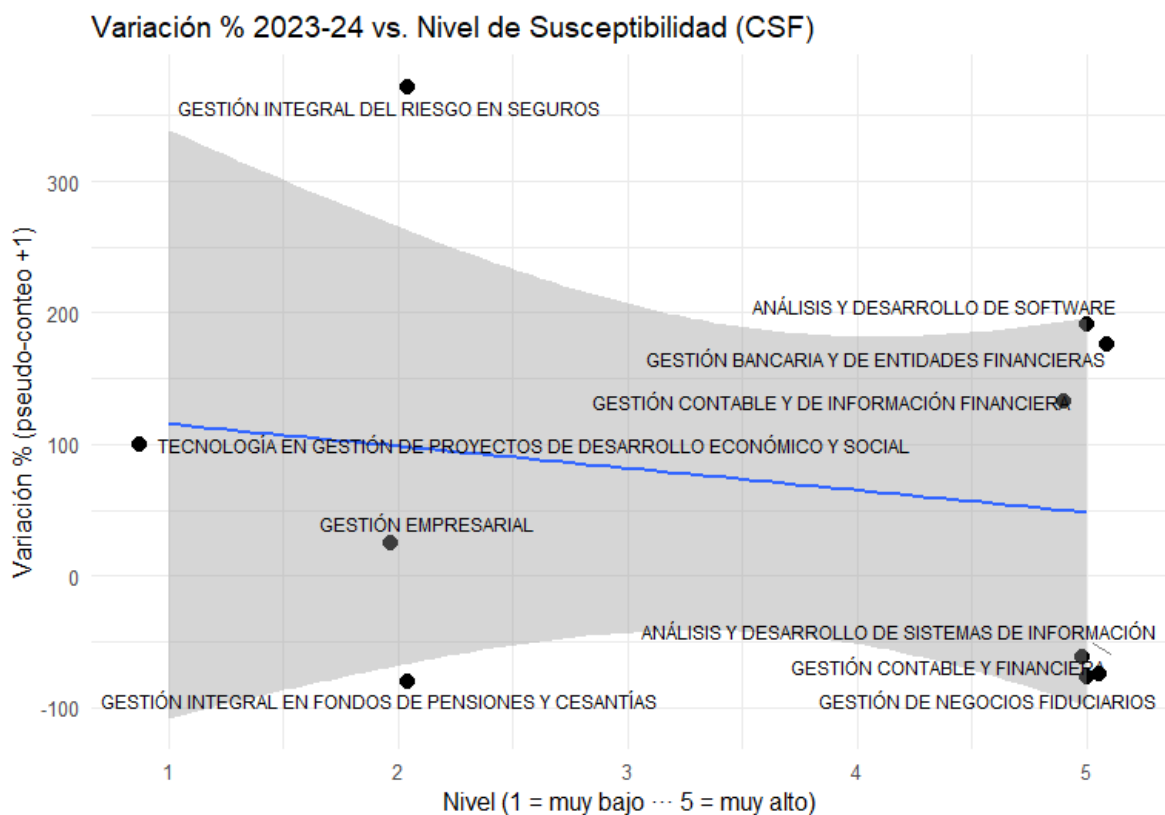
En suma, con los datos disponibles no se observa que la introducción de la IAG haya influido sistemáticamente en la demanda de aprendices mediante el contrato de aprendizaje SENA en el Centro de Servicios Financieros para los programas de formación tecnológica objeto del estudio y para el periodo citado. Conocer el nivel de susceptibilidad del diseño curricular de cada programa en relación con la IAG no predice si aumentó o disminuyó el número de aprendices contratados.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código:</b> II-MA-009
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión:</b> I

**Imagen 1**

**Variación Porcentual 2023 – 2024 Vs. Nivel de Susceptibilidad**



Fuente: Programa RStudio

Cada punto de la gráfica representa un programa de formación y el cambio de la demanda en función del nivel de susceptibilidad frente a la IAG. La línea azul traza la pendiente negativa, pero es insignificante su tendencia. Ahora, a nivel descriptivo insinúa que los programas más susceptibles a la IAG (nivel 5) tienden a crecer menos. No obstante, no es consistente pues programas con el mismo nivel de susceptibilidad también muestran incremento en su demanda.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Se evidencia alta dispersión de los datos en el mismo nivel 5, desde -75% para el programa Gestión de Negocios Fiduciarios hasta 192% para el programa de Análisis y Desarrollo de Software. Hay mucha incertidumbre en los datos y no existe una relación clara para un mismo nivel de susceptibilidad. Comportamiento atípico se evidencia para el programa Gestión Integral del Riesgo en Seguros con  $\sim +380\%$  en el nivel 2 y valores negativos en el mismo nivel. Confirmando alta volatilidad en los resultados y en línea con coeficiente de correlación de Spearman  $\rho$ .

No obstante, con el fin de confirmar los datos hallados y validarlos estadísticamente se aplicó el coeficiente de correlación de Kendall  $\tau$ , especialmente entre los pares de programas concordantes y discordantes.

<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>
$\tau$	<b>-0.0287</b>
z	-0.104
p-valor	<b>0.917</b>
n	10 programas de formación

De nuevo, se confirma un valor casi de cero (-0.0287) indica que el número de pares concordantes y discordantes son iguales, no existe relación ni tendencia entre la demanda de aprendices y el nivel de susceptibilidad de los programas de formación. Un p-valor de  $0.917 > 0.05$  confirma que no se rechaza la  $H_0$ .

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

### Interpretación de Hipotesis

Resultado coeficiente	Interpretación
<b>p-valor <math>\leq 0.05</math></b>	$H_1$ = Hay incidencia estadísticamente significativa de la IAG (nivel 1–5) sobre la variación en la demanda de aprendices. A mayor susceptibilidad, menor demanda (hipótesis esperada).
<b>p-valor <math>&gt; 0.05</math></b>	$H_0$ = Se acepta, la variación podría explicarse por otros factores

### DISCUSIÓN

Los hallazgos revelan una alta variabilidad temporal entre dos aspectos fundamentales, por un lado, el riesgo teórico de automatización evaluado mediante vectores con escalas semánticas y léxicas y la demanda real de aprendices registrada en los contratos del período 2023-2024. El coeficiente de correlación Spearman  $\rho$  y Kendall  $\tau$  cercanos a cero, demostraron que la contratación no ha experimentado una reducción ni un incremento sistemático en aquellos programas de formación y según la clasificación de la tabla de susceptibilidad como muy susceptibles a la automatización.

Los avances de la IAG se mueven con rapidez, no obstante, los registros administrativos del CSF no demuestran los cambios. Para el SENA, principal formador en capital humano en programas tecnológicos en el país, el resultado en relación con la literatura sobre IAG valida la necesidad de monitoreo prospectivo.

El escenario epistemológico del impacto de la IAG en la sociedad y la literatura aportada en el estudio sugiere que la IAG suplantarán tareas, pero los datos del CSF muestran una reacción

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

laboral nula. Plantea un fenómeno que no es puramente técnico pues intervienen políticas de contratación, cultura organizacional y regulación.

La metodología del trabajo aplica la técnica de análisis de textos disponible en los programas estadísticos libres, la fusión de Embeddings (asignación numérica a los vectores) con registros de contratos permite trazar un puente entre el discurso académico y el comportamiento real de los datos del contrato de aprendizaje SENA en el mercado laboral.

## CONCLUSIÓN

Los análisis de asociación demostraron que el CSF para el periodo entre 2023 y 2024 no existe evidencia estadísticamente significativa entre la susceptibilidad de los programas de formación en relación con la IAG y la demanda de aprendices mediante el contrato de aprendizaje SENA. Los programas analizados y los coeficientes de correlación de Spearman  $\rho$  y Kendall  $\tau$  fueron cercanos a cero y el p-valor de cada prueba fueron mayores a 0.05, descartando así una relación monotónica positiva o negativa entre el nivel de susceptibilidad a la IAG y la variación porcentual en la demanda de aprendices contratados.

En consecuencia, el uso de la IAG no demuestra aún cambios significativos en la contratación durante el periodo analizado. La pertinencia de la formación ofrecida por la Entidad no puede limitarse únicamente por el riesgo de la automatización. Se debe tener una vigilancia constante de la demanda de aprendices y continuar con la participación de actores industriales, académicos y el Estado para actualizar los programas en función de las necesidades y competencias laborales que demande el mercado.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Aunque los resultados no evidenciaron la relación esperada y se mantuvo la hipótesis nula, la metodología implementada y los procedimientos desarrollados constituyen un valioso punto de partida para futuras investigaciones. Esta aproximación permite optimizar tiempos de análisis y escalar el estudio a otros programas de formación tecnológica que el SENA ofrece, muchos de los cuales requieren evaluación y actualización permanente. Se recomienda, además, integrar en estos procesos evaluativos a expertos temáticos, aprendices y académicos, cuya participación enriquecería el análisis con perspectivas diversas. La visión conjunta de estos actores puede traducirse en diseños curriculares más pertinentes y adaptados a las transformaciones del entorno productivo.

A pesar del esfuerzo metodológico por cuantificar la relación entre la susceptibilidad de los programas a la IAG y la variación en la contratación de aprendices, los factores analizados y particularmente la clasificación de niveles podrían requerir ajustes o la incorporación de nuevas variables explicativas. Si bien los resultados estadísticos no evidencian una correlación significativa, lo cual sugiere que el impacto de la IAG en el mercado laboral de los aprendices del CSF aún no se ha materializado de manera observable, la literatura revisada es consistente en anticipar efectos profundos tanto en el ámbito educativo como en el laboral. Esto refuerza la necesidad de mantener un monitoreo continuo y de refinar los modelos empleados para captar con mayor sensibilidad las transformaciones en curso.

El contrato de aprendizaje del SENA continúa siendo un instrumento clave para la formación y el desarrollo de habilidades en contextos laborales, incluso en escenarios marcados por la disrupción tecnológica. No obstante, la revisión y actualización sistemática de los programas de formación resulta ineludible para anticipar riesgos y reducir impactos negativos sobre los actores

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

involucrados, aprendices, empresas y la propia institución, en el ecosistema de formación para el trabajo y la inclusión laboral.

Se sugiere ampliar la serie de tiempos entre cinco y siete años para identificar tendencias, tecnologías, ciclos económicos y nueva regulación que influyan en el mercado laboral de aprendices y la población laboralmente activa. El estudio puede servir como modelo de referencia para determinar si el riesgo asociado a la IAG en el ámbito laboral constituye un fenómeno temporal, localizado o de alcance general. La aplicación de métodos estadísticos y el uso de herramientas de software libre permiten, a partir de datos y mediciones confiables, discernir si una idea, tendencia o percepción responde a la realidad o es simplemente producto de la especulación.

Para estudios futuros, es clave incorporar variables institucionales y externas como la nueva legislación laboral, los ciclos económicos y la cultura organizacional del SENA. Asimismo, la actualización permanente de los diseños curriculares debe integrar explícitamente el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial generativa, no solo como instrumentos de eficiencia operativa, sino como parte del entorno productivo real. En paralelo, el desarrollo de competencias transversales como el pensamiento crítico, la colaboración y la resolución de problemas cobra aún más relevancia frente a tecnologías que automatizan tareas de forma creciente y a menor costo.

El estudio coincide con el consenso de numerosos expertos y artículos especializados acerca del impacto de la IAG en la demanda laboral: una alfabetización digital continua fortalece las competencias, incrementa la productividad y abre nuevos espacios para el desarrollo humano.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Finalmente, la toma de decisiones en el ámbito público debe fundamentarse en datos confiables, metodologías rigurosas y evidencia empírica, evitando suposiciones o inferencias sin sustento. Aunque los contextos políticos pueden a veces relegar el papel de la ciencia, las investigaciones demuestran que el uso responsable de herramientas como la IAG puede aportar elementos valiosos para el diseño y ajuste de políticas públicas en formación para el trabajo, ayudando a anticipar riesgos, optimizar recursos y mejorar la pertinencia de la oferta educativa frente a los desafíos del mercado laboral.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

## REFERENCIAS

Aguilera Durán, J. (2019). *Derecho al trabajo, automatización laboral y derechos de afectación por el uso de tecnología*. *Revista Latinoamericana de Derecho Social*, (29), 3–23. <https://doi.org/10.22201/ijj.24487899e.2019.29.13898>

Alpízar Garrido, L. O., & Martínez Ruiz, H. (2024). *Perspectiva de estudiantes de nivel medio superior respecto al uso de la inteligencia artificial generativa en su aprendizaje*. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(28), e628. <https://doi.org/10.23913/ride.v14i28.1830>

Arévalo-Prado, J. A., Robles-Zambrano, G. K., & García-Sánchez, G. (s. f.). *Impacto de la inteligencia artificial en los derechos de los trabajadores*. *Iustitia Socialis*, 8(1), 926–935. <https://doi.org/10.35381/racji.v8i1.3143>

Artunduaga, J. Á. A. (2023). *La inteligencia artificial en la administración de empresas*. Universidad del Rosario, 1–23.

Barroso Ulloa, A. R. (2023). *La inteligencia artificial y el derecho al trabajo*.

Benhamou, S. (2022). *La transformación del trabajo y el empleo en la era de la inteligencia artificial: Análisis, ejemplos e interrogantes*.

Benhamou, S. (2022). *La transformación del trabajo y el empleo en la era de la inteligencia artificial: Análisis, ejemplos e interrogantes* (No. 47985). Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Bessen, J. (2018). *AI and jobs: The role of demand* (No. w24235). National Bureau of Economic Research.

Bolaño-García, M., & Duarte-Acosta, N. (2024). *Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación*. *Revista Colombiana de Cirugía*, 39(1), 51–63. <https://doi.org/10.30944/20117582.2365>

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código:</b> II-MA-009
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión:</b> I

Cancela Outeda, C. (2022). *La «carrera de la inteligencia artificial» y el nuevo orden mundial. Revista CIDOB d’Afers Internacionals*, 131, 213–215.

Casas Miranda, R. J. M., Nolasco Valenzuela, J. S., & Crispín Sánchez, I. (2025). *Optimizando el aprendizaje de SIG mediante Moodle: Un enfoque en educación a distancia en una universidad nacional. Revista InveCom*, 5(1), e501017.  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10950513>

Cevasco, L., Corvalán, J. G., & Le Fevre Cervini, E. M. (2019). *Inteligencia artificial y trabajo: Construyendo un nuevo paradigma de empleo*, 1.

Contrato de Aprendizaje SENA. (s. f.). *SENA*. Recuperado el 24 de septiembre de 2024, de <https://www.sena.edu.co/es-co/Empresarios/Paginas/contratoAprendizaje.aspx>

Corvalán, J. G. (2019). *El impacto de la inteligencia artificial en el trabajo. Revista de Direito Econômico e Socioambiental*, 10(1), 35–51.  
<https://doi.org/10.7213/rev.dir.econ.soc.v10i1.25870>

Corvalán, J. G., & Palumbo, J. (2019). *Inteligencia artificial y trabajo: Explorando un nuevo paradigma laboral. Diario Laboral*, (210–11).

Costa, F., Mónaco, J. A., Covello, A., Novidelsky, I., Zabala, X., & Rodríguez, P. (2023). *Desafíos de la inteligencia artificial generativa. Question*, 3(76), e844.  
<https://doi.org/10.24215/16696581e844>

Cruz Alemán, G. (2022, 25 de abril). *Impacto potencial del uso de la inteligencia artificial en el empleo público en América Latina. Informe I. CAF*.  
<https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1895>

Da Cunha, J., & Hernández Vélez, T. (2019). *El proceso de enseñanza-aprendizaje de la automatización en la carrera de Electromecánica. Conrado*, 15(69), 89–95.

DANE. (2024, 30 de julio). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Recuperado el 26 de septiembre de 2024, de <https://www.dane.gov.co>

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Dávila Morán, R. C., & Agüero Corzo, E. del C. (2023). *Desafíos éticos de la inteligencia artificial: Implicaciones para la sociedad y la economía*. *Conrado*, 19, 94.

De Pablo, J. C. (2023, 5 de abril). *La inteligencia artificial y el futuro del empleo*. *La Nación*.

Departamento Nacional de Planeación [Grupo de Modernización del Estado]. (2021). *Principios de la innovación pública en Colombia*. En Departamento Nacional de Planeación. Grupo de Comunicaciones y Relaciones Públicas. Recuperado el 14 de octubre de 2024, de [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/ModernizacionEstado/EiP/Principios\\_Innovaci%C3%B3nP%C3%BAblica.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/ModernizacionEstado/EiP/Principios_Innovaci%C3%B3nP%C3%BAblica.pdf)

Estupiñán, A. M. L., & Mesa, L. P. (2023). *Inteligencia artificial: El futuro del empleo*. *Revista Lecciones Vitales*, lv0103, lv0103.

Foladori, G., & Ortiz-Espinoza, Á. (2022). *La relación capital-trabajo en la Industria 4.0. Íconos*. *Revista de Ciencias Sociales*, (73), 161–177. <https://doi.org/10.17141/iconos.73.2022.5198>

Forero-Corba, W., & Bennasar, F. N. (2024). *Técnicas y aplicaciones del machine learning e inteligencia artificial en educación: Una revisión sistemática*. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1).

Galindo Caldés, R. (2019). *Big data i intel·ligència artificial en la gestió dels recursos humans del sector públic*. *Revista Catalana de Dret Públic*, 58, 49–63.

García Moreno, E., & Sánchez Balcázar, M. del C. (2023). *Efectos de la aplicación de la inteligencia artificial en la contabilidad y la toma de decisiones*. *Gestión*, 1(1). <https://revistap.ejeutap.edu.co/index.php/Gestion/article/view/71>

Gmyrek, P., Berg, J., & Bescond, D. (2023). *Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality*. *ILO Working Paper*, 96.

González, L. N. (2023). *El impacto de la inteligencia artificial en los negocios*. *Difusiones*, 25(25), 153–161. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10729342>

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

González-Páramo, J. M. (2018). *Cuarta revolución industrial, empleo y estado de bienestar*. En *Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas* (pp. 89–113). Ministerio de Justicia.

Granados Ferreira, J. (2022). *Análisis de la inteligencia artificial en las relaciones laborales*. *Revista CES Derecho*, 13(1), 111–132. <https://doi.org/10.21615/cesder.6395>

Hernández Aragón, J., & Destinobles, A. G. (2019). *Empresas, progreso técnico y empleo: Análisis de la inteligencia artificial, automatización y creación-destrucción de empleos: La participación del capital humano y del alto capital humano*.

Incio Flores, F. A., Capuñay Sanchez, D. L., Estela Urbina, R. O., Valles Coral, M. Á., Vergara Medrano, S. E., & Elera Gonzales, D. G. (2021). *Inteligencia artificial en educación: Una revisión de la literatura en revistas científicas internacionales*. *Apuntes Universitarios*, 12(1), 353–372. <https://doi.org/10.17162/au.v12i1.974>

López del Castillo Wilderbeek, F. L. (2024). Inteligencia artificial generativa: ¿Determinismo tecnológico o artefacto construido socialmente? *Palabra Clave*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.5294/pacla.2024.27.1.9>

Lugo, L. J., & Rojas, M. Á. B. (2024). *Actualización sobre el concepto de brecha digital en tiempos de la inteligencia artificial: Hacia una propuesta cualitativa*. *Sintaxis*, (13), 49–78.

Matas, C. (2019). *El impacto de la inteligencia artificial y de la robótica en el empleo público*. *GIGAPP Estudios Working Papers*, 5(98–110), 401–421. <https://www.gigapp.org/ewp/index.php/GIGAPP-EWP/article/view/115>

Moreno Muñoz, M. (2018). *Robótica e inteligencia artificial: Impacto en los nichos de empleo y en los sistemas de formación*.

Navarrete-Cazales, Z., & Manzanilla-Granados, H. M. (2023). *Una perspectiva sobre la inteligencia artificial en la educación*. *Perfiles Educativos*, 45(Especial), 87–107.

Ocampo, M., & Santa Catarina, C. (2018). *Inteligencia artificial*. Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión, 1–2.

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Pabón, J. F., Aizaga, M., Recalde, H., & Toasa, R. (2023). *Revisión de literatura sobre impacto de la inteligencia artificial y su aplicación en el Ecuador. Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação, (E55)*, 100–113.

<https://www.proquest.com/docview/2828438636?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Scholarly%20Journals>

Panduro Amasifuen, L. M. (2023). *Impacto e implementación de la inteligencia artificial en la contabilidad de gestión en las pequeñas y medianas empresas del Perú, caso “Multigranjas Serlan SAC” - Manantay, 2023.*

Pardo Melo, A., Cañón, Z., & Téllez Alonso, J. (2020). *Efectos de la inteligencia artificial en las empresas.* Fundación Universitaria del Área Andina.

<https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/3959>

Paredes Acurio, M. (2024). *Impacto de la inteligencia artificial en la gestión estratégica de empresas. Business Innova Sciences, 5(1)*, 7–34. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13308265>

Parreira, A., Lehmann, L., & Oliveira, M. (2021). *O desafio das tecnologias de inteligência artificial na educação: Percepção e avaliação dos professores. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 29(113)*, 975–999. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002803115>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2009). *Desarrollo de capacidades: Texto básico del PNUD.* Grupo de Desarrollo de la Capacidad.

[https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Capacity\\_Development\\_A\\_UNDP\\_Primer\\_Spanish.pdf](https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/Capacity_Development_A_UNDP_Primer_Spanish.pdf)

Revelan cuáles serán los empleos que nunca serán reemplazados por la Inteligencia Artificial generativa. (2023, October 2). La Nación.

Rodríguez-Alegre, L. R., Calderón-De-Los-Ríos, H., Hurtado-Zamora, M. M., & Ocaña-Rodríguez, Á. W. (2023). *Inteligencia artificial en la gestión organizacional: Impacto y realidad latinoamericana. Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía, 8*, 226–241.

Rubín, C. N. (2024). *La IA en la administración de negocios actual. Cuadernos del CIMBAGE, 1(26)*, 61–76. [https://doi.org/10.56503/cimbage/vol.1/nro.26\(2024\)/3021](https://doi.org/10.56503/cimbage/vol.1/nro.26(2024)/3021)

“Este documento es propiedad intelectual del POLITECNICO GRANCOLOMBIANO, se prohíbe su reproducción total o parcial sin la autorización escrita de la Rectoría. TODO DOCUMENTO IMPRESO O DESCARGADO DEL SISTEMA, ES CONSIDERADO COPIA NO CONTROLADA”.

<b>PROCESO:</b> Gestión de Investigación	<b>MANUAL</b>	<b>Código: II-MA-009</b>
<b>SUBPROCESO:</b> Gestión Editorial y Visibilidad de Publicaciones	<b>FORMATO MODALIDAD MONOGRAFÍA-INVESTIGACIÓN ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y COMPETITIVIDAD</b>	<b>Versión: I</b>

Rubio García, Y. (2024). *El impacto de la inteligencia artificial en las empresas*.

Sánchez, M., & López, A. (2020). *La comprensión lectora y el rendimiento escolar*. *Revista de Educación y Desarrollo*, 54, 45–60.

Selma Penalva, A. (2022). *Inteligencia artificial y derecho del trabajo: Artificial intelligence and labor law*.

Serra, C. P., & Ripani, L. (2017). *El empleo en la cuarta revolución industrial*. *Integración & Comercio*, (42), 266–276.

Tinoco-Plasencia, C. J. (2023). *Empleo de la inteligencia artificial en la educación universitaria: Una revisión sistemática*. *Paideia XXI*, 13(2), 359–375.  
<https://doi.org/10.31381/paideiaxxi.v13i2.6002>

Torres Cadillo, R. I. (2023). *Los riesgos y los desafíos que enfrentan los trabajadores frente al uso de la inteligencia artificial en el trabajo*. *Revista de Derecho Procesal del Trabajo*, 6(7), 289–313. <https://doi.org/10.47308/rdpt.v6i7.778>

Zazueta-López, D. E., Morales-Ávila, M. C., Romero-Rubio, S. A., & Zazueta-López, J. E. (2024). *Desafíos y oportunidades de la inteligencia artificial en la educación y en el mercado laboral*. *Revista Pares - Ciencias Sociales*, 4(1), 9–28.