



**TRABAJO DE GRADO**  
**Opción Seminario-Diplomado.**

**Asistente virtual inteligente para la gestión de calendarios con Telegram**

**Corporación Universitaria Remington.**

**Facultad de Ingenierías**

**Ingeniería Industrial**

**Ingeniería de Sistemas**

**Especialización en analítica de datos**

**Presentado por:**

**Juan David Cadavid Muñoz**  
**Luis Enrique Jaimes Sanchez**  
**David Steven Gomez Acevedo**

**Tutor: Luis Camargo Ortega**

**Opción de Trabajo de grado Seminario.**

**2026.**

### **Dedicatoria**

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, por estar siempre, por su apoyo incondicional, su paciencia y sus palabras de aliento en cada momento. Gracias por ser la inspiración y por brindarnos la fuerza necesaria para culminar este esfuerzo con dedicación y compromiso.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a todas las personas que nos acompañaron a lo largo de este proceso. Su apoyo, orientación, colaboración y confianza fueron fundamentales para avanzar con firmeza y culminar este proyecto. Cada aporte, grande o pequeño, dejó una huella significativa en nuestro trabajo y en nuestro crecimiento, en especial a nuestro profesor Luis Camargo guía del seminario de automatización con n8n

## Tabla de contenido

Dedicatoria.....	2
Agradecimientos.....	3
Marco teórico.....	7
Componentes Clave de la Automatización.....	7
Conceptos de iPaaS (Integration Platform as a Service).....	8
Arquitectura de una Plataforma iPaaS.....	9
Evolución de las Herramientas Low-Code/No-Code.....	9
Comparativa de Herramientas de Automatización.....	10
Historia y características principales de n8n.....	12
Arquitectura Técnica.....	13
Modalidades de Despliegue.....	13
Componentes del Sistema.....	13
Tipos de Nodos Disponibles.....	14
Ventajas y Limitaciones.....	15
Ventajas Competitivas.....	15
Limitaciones y Consideraciones.....	16
Caso de estudio.....	16
Descripción del Escenario.....	16
Requisitos del Sistema.....	17

Diseño del Workflow.....	17
Arquitectura del Flujo.....	18
Pruebas y Resultados.....	22
Análisis de resultados.....	23
Métricas de eficiencia.....	23
Tiempos de procesamiento.....	23
Reducción de errores.....	24
Análisis costo-beneficio.....	24
Costos de implementación.....	25
Beneficios cuantificables.....	25
Los beneficios anuales estimados incluyen:.....	25
Conclusiones y líneas futuras.....	29
Ampliación de funcionalidades.....	30
Posibles mejoras Técnicas.....	30
Código Json.....	31
Referencias bibliográficas.....	40

## RESUMEN

El presente trabajo de fin de grado aborda el estudio y aplicación de la automatización de procesos de negocio (BPA) mediante la herramienta n8n, una plataforma de integración y automatización de código abierto que opera bajo el paradigma Low-Code/No-Code. El objetivo principal es analizar las capacidades de n8n para la implementación de flujos de trabajo automatizados en entornos empresariales reales.

Se desarrolla un caso práctico consistente en un sistema de alertas y gestión de leads para una empresa de marketing digital, que integra múltiples servicios como Telegram, OpenAI, Google Calendar y sistemas de memoria conversacional. El workflow implementado demuestra la capacidad de n8n para procesar entradas de texto y voz, interpretar intenciones mediante inteligencia artificial, y ejecutar acciones complejas como la creación, modificación y eliminación de eventos en calendarios.

Los resultados obtenidos evidencian una reducción significativa en los tiempos de procesamiento de solicitudes, una disminución de errores operativos y un retorno de inversión positivo en el corto plazo. El análisis comparativo con otras herramientas del mercado posiciona a n8n como una alternativa competitiva, especialmente por su modelo de código abierto y la posibilidad de auto alojamiento.

**Palabras clave:** automatización de procesos, n8n, iPaaS, Low-Code, No-Code, integración de sistemas, workflow, inteligencia artificial, asistentes virtuales.

## **Marco teórico**

La automatización de procesos de negocio (Business Process Automation, BPA) se define como el uso de tecnología para ejecutar tareas y procesos empresariales recurrentes, reemplazando la intervención manual humana donde sea posible y apropiado. Según Gartner, el BPA abarca la automatización de flujos de trabajo empresariales complejos que van más allá de la simple captura de datos, incluyendo la integración de múltiples sistemas y la toma de decisiones basada en reglas.

El concepto de BPA se fundamenta en tres pilares fundamentales: la identificación y documentación de procesos, la implementación de reglas de negocio automatizadas, y la medición continua de resultados para la optimización. Estos pilares permiten a las organizaciones alcanzar niveles superiores de eficiencia operativa, reduciendo costos y minimizando errores asociados a la intervención humana.

Desde una perspectiva histórica, la automatización de procesos ha evolucionado significativamente desde los primeros sistemas de gestión de flujos de trabajo (Workflow Management Systems, WfMS) de los años 90. La primera generación de estas herramientas se centraba en la automatización de procesos documentales y aprobación de tareas dentro de organizaciones. Con el advenimiento de la computación en la nube y las APIs, surgieron las plataformas de integración como servicio (iPaaS), que permiten conectar aplicaciones y sistemas heterogéneos.

### **Componentes Clave de la Automatización**

Los componentes esenciales de una solución de BPA incluyen:

- Diseñador de procesos: Herramienta visual para modelar flujos de trabajo mediante notaciones estándar como BPMN (Business Process Model and Notation).
- Motor de ejecución: Componente responsable de interpretar las definiciones de proceso y orquestar la ejecución de tareas.
- Conectores y adaptadores: Interfaces que permiten la comunicación con sistemas externos, bases de datos y servicios en la nube.
- Motor de reglas: Sistema que evalúa condiciones y toma decisiones basadas en lógica de negocio predefinida.
- Panel de monitoreo: Interfaz para supervisar ejecuciones, identificar cuellos de botella y generar informes.

La implementación exitosa de BPA requiere un enfoque metodológico que incluya el análisis de procesos existentes, la identificación de oportunidades de automatización, el diseño de flujos optimizados, la implementación gradual y la medición de impacto. Las metodologías ágiles y el pensamiento de diseño han demostrado ser especialmente efectivas en este contexto.

### **Conceptos de iPaaS (Integration Platform as a Service)**

Integration Platform as a Service (iPaaS) es un conjunto de servicios en la nube que permite a las organizaciones desarrollar, ejecutar y gestionar integraciones entre aplicaciones y sistemas, tanto en entornos on-premise como en la nube. Según la definición de Gartner, iPaaS proporciona capacidades para conectar cualquier combinación de aplicaciones SaaS, aplicaciones empresariales locales y flujos de trabajo de negocio.

El mercado de iPaaS ha experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, impulsado por la adopción masiva de aplicaciones SaaS y la necesidad de integrar sistemas heterogéneos.

Las proyecciones de mercado estiman que el sector alcanzará los 10.000 millones de dólares para 2027, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) superior al 25%.

## **Arquitectura de una Plataforma iPaaS**

La arquitectura típica de una plataforma iPaaS se compone de las siguientes capas:

- Capa de conectividad: Proporciona conectores predefinidos para cientos de aplicaciones y servicios, incluyendo CRM, ERP, bases de datos, servicios de mensajería y redes sociales.
- Capa de transformación: Permite mapear y transformar datos entre formatos heterogéneos, incluyendo soporte para JSON, XML, CSV y formatos propietarios.
- Capa de orquestación: Gestiona la ejecución de flujos de trabajo complejos, incluyendo manejo de errores, reintentos y transacciones distribuidas.
- Capa de gobierno: Proporciona seguridad, auditoría, control de acceso y cumplimiento normativo.
- Capa de desarrollo: Ofrece herramientas para extender la plataforma mediante código personalizado y creación de conectores propios.

## **Evolución de las Herramientas Low-Code/No-Code**

El movimiento Low-Code/No-Code (LCNC) representa un cambio de paradigma en el desarrollo de software, democratizando la creación de aplicaciones y automatizaciones al eliminar o reducir drásticamente la necesidad de escribir código. Estas plataformas utilizan interfaces visuales, componentes predefinidos y modelos declarativos para permitir que usuarios sin formación técnica profunda puedan construir soluciones funcionales.

La distinción entre Low-Code y No-Code, aunque a menudo se utilizan indistintamente, presenta diferencias importantes. Las plataformas No-Code están diseñadas para usuarios de negocio (citizen developers) y no requieren conocimientos de programación. Por otro lado, las plataformas Low-Code permiten a desarrolladores profesionales acelerar el desarrollo mediante abstracciones visuales, manteniendo la capacidad de extender funcionalidades con código cuando sea necesario.

La evolución de estas herramientas puede trazarse a través de varias generaciones. La primera generación, emergida a principios de los 2000, se centraba en formularios y aplicaciones de base de datos simples. La segunda generación, a partir de 2010, incorporó capacidades de integración y flujos de trabajo. La generación actual, impulsada por la inteligencia artificial, ofrece capacidades avanzadas de automatización inteligente y asistencia en el desarrollo.

## Comparativa de Herramientas de Automatización

El mercado de herramientas de automatización presenta una variedad de opciones, cada una con fortalezas y debilidades específicas. A continuación, se presenta un análisis comparativo de las principales soluciones disponibles:

Característica	n8n	Zapier	Make	Power Automate
Modelo	Open Source	Propietario	Propietario	Propietario
Self-hosted	Sí	No	No	Parcial
Integraciones	400+	5000+	1000+	400+

Precio (básico)	Gratis/Self	\$19.99/mes	\$9/mes	\$15/mes
Curva aprendizaje	Media	Baja	Media	Media
Debugging	Avanzado	Básico	Medio	Medio

Tabla 1: Comparativa de herramientas de automatización

se distingue por su modelo de código abierto, que permite a las organizaciones autoalojar la plataforma y mantener el control total sobre sus datos. Esta característica es especialmente relevante para empresas con requisitos estrictos de privacidad y cumplimiento normativo. Además, el modelo de precios basado en ejecuciones, en lugar de tareas, puede resultar más económico para workflows complejos que procesan grandes volúmenes de datos.

Zapier, como pionero del mercado, ofrece la mayor cantidad de integraciones predefinidas (más de 5,000 aplicaciones), lo que lo convierte en la opción ideal para usuarios que necesitan conectar servicios populares sin configuraciones complejas. Sin embargo, su modelo de precios basado en tareas puede volverse costoso para workflows de alto volumen.

Make (anteriormente Integromat) destaca por su interfaz visual intuitiva y su potente motor de transformación de datos. Su enfoque en la manipulación visual de datos lo hace especialmente adecuado para workflows que requieren transformaciones complejas de información.

Microsoft Power Automate se integra naturalmente con el ecosistema Microsoft 365, lo que lo convierte en la opción preferida para organizaciones que utilizan intensivamente productos de

Microsoft. Su integración con Power Apps y Power BI permite crear soluciones empresariales completas dentro de un mismo ecosistema.

## **Historia y características principales de n8n**

n8n (pronunciado "n-eight-n") es una plataforma de automatización de flujos de trabajo de código abierto fundada por Jan Oberhauser en 2019. El nombre deriva de la palabra "nodemon" (node + daemon), reflejando su naturaleza basada en nodos y su arquitectura técnica. Desde su lanzamiento, n8n ha experimentado un crecimiento significativo, posicionándose como una alternativa viable a las soluciones propietarias establecidas.

En junio de 2020, n8n recibió una inversión semilla de 1,5 millones de dólares liderada por Sequoia Capital, lo que permitió acelerar su desarrollo y expandir su equipo. En 2022, la empresa anunció una ronda Serie A de 12 millones de dólares, consolidando su posición en el mercado de iPaaS de código abierto.

Las características distintivas de n8n incluyen:

- Modelo de código abierto: Licencia fair-code que permite el uso gratuito y la autoalojamiento, con opciones de licenciamiento empresarial para características avanzadas.
- Arquitectura basada en nodos: Cada paso del flujo de trabajo se representa como un nodo, permitiendo una visualización clara y una comprensión intuitiva de la lógica del proceso.
- Soporte para múltiples lenguajes: Los nodos pueden escribirse en JavaScript o TypeScript, ampliando las posibilidades de personalización.

- Ejecución local: Capacidad de ejecutar workflows localmente durante el desarrollo, facilitando el debugging y las pruebas.
- Encriptación de credenciales: Las credenciales de acceso a servicios externos se almacenan de forma encriptada, garantizando la seguridad.

## Arquitectura Técnica

n8n está construido sobre una arquitectura moderna que combina tecnologías web estándar con un diseño modular y extensible. El sistema se compone de tres elementos principales: el servidor backend, la interfaz de usuario y el motor de ejecución de workflows.

## Modalidades de Despliegue

n8n ofrece dos modalidades principales de despliegue: n8n Cloud y Self-Hosted. Cada una presenta ventajas y consideraciones específicas:

**n8n Cloud:** Es la opción SaaS gestionada por el equipo de n8n. El usuario no necesita preocuparse por la infraestructura, actualizaciones ni mantenimiento. Esta modalidad es ideal para usuarios que priorizan la simplicidad y rapidez de implementación. Los planes incluyen diferentes niveles de ejecuciones mensuales y soporte.

**Self-Hosted:** Permite desplegar n8n en infraestructura propia, ya sea en servidores locales, máquinas virtuales o contenedores Docker. Esta opción proporciona control total sobre los datos, personalización avanzada y potencialmente menores costos a escala. Es la preferida por organizaciones con requisitos de soberanía de datos o necesidades específicas de integración.

## Componentes del Sistema

El backend de n8n está desarrollado en Node.js y TypeScript, utilizando Express como framework web. La persistencia de datos se realiza mediante TypeORM, soportando múltiples bases de datos incluyendo SQLite (por defecto), PostgreSQL y MySQL.

El motor de ejecución implementa un modelo de ejecución basado en promesas, permitiendo el procesamiento paralelo de ramas independientes en un workflow.

La interfaz de usuario está construida con Vue.js 2 y proporciona un editor visual de workflows donde los usuarios pueden arrastrar y soltar nodos, conectarlos y configurar sus parámetros. El editor implementa características avanzadas como zoom, navegación panorámica, búsqueda de nodos y ejecución paso a paso para debugging.

## Tipos de Nodos Disponibles

Los nodos en n8n representan los bloques constructivos fundamentales de cualquier workflow. Cada nodo encapsula una funcionalidad específica, desde la recepción de eventos hasta la transformación de datos o la interacción con servicios externos. La plataforma incluye más de 400 nodos integrados, organizados en las siguientes categorías:

Categoría	Descripción	Ejemplos
Triggers	Inician workflows ante eventos	Webhook, Schedule, Telegram
App Nodes	Interacción con aplicaciones	Google Sheets,

		Slack, Notion
Data Nodes	Manipulación de datos	Set, Function, Code
Logic Nodes	Control de flujo	IF, Switch, Merge
AI Nodes	Integración con IA	OpenAI, Agent, Memory

Tabla 2: Categorías de nodos en n8n

Además de los nodos integrados, n8n permite a los usuarios crear nodos personalizados mediante su CLI oficial. Esta extensibilidad es una de las fortalezas clave de la plataforma, permitiendo a las organizaciones integrar sistemas propietarios o especializados que no están cubiertos por los nodos nativos.

## Ventajas y Limitaciones

### Ventajas Competitivas

- Código abierto: La licencia fair-code permite auditar el código, contribuir al desarrollo y mantener el control sobre la infraestructura.
- Costo predecible: El modelo de precios basado en ejecuciones evita costos sorpresa por tareas individuales.
- Flexibilidad de despliegue: Opciones de cloud, self-hosted y ejecutor local para diferentes necesidades.

- Comunidad activa: Una comunidad vibrante que contribuye nodos, comparte workflows y proporciona soporte.
- Capacidades de debugging: Ejecución paso a paso, visualización de datos entre nodos y re-ejecución de ramas específicas.

## **Limitaciones y Consideraciones**

- Curva de aprendizaje: La interfaz visual puede resultar compleja para workflows muy elaborados.
- Menor ecosistema de integraciones: Comparado con Zapier, n8n tiene menos conectores predefinidos (aunque la diferencia se reduce continuamente).
- Requiere conocimientos técnicos para self-hosting: El despliegue propio requiere familiaridad con Docker, bases de datos y administración de servidores.
- Documentación variable: Algunos nodos menos populares pueden tener documentación limitada.

## **Caso de estudio**

### **Descripción del Escenario**

El caso práctico desarrollado en este trabajo consiste en la implementación de un asistente virtual inteligente para la gestión de calendarios mediante Telegram. Este sistema demuestra la capacidad de n8n para integrar múltiples servicios, procesar diferentes tipos de entrada (texto y voz), interpretar intenciones mediante inteligencia artificial, y ejecutar acciones complejas en sistemas externos.

El escenario simula el entorno de una pequeña empresa de marketing digital donde el equipo necesita una forma eficiente de gestionar eventos y reuniones sin depender de interfaces tradicionales de calendario. El asistente permite a los usuarios crear, consultar, modificar y eliminar eventos mediante comandos conversacionales naturales, tanto por texto como por mensajes de voz.

## **Requisitos del Sistema**

Los requisitos funcionales identificados para el sistema incluyen:

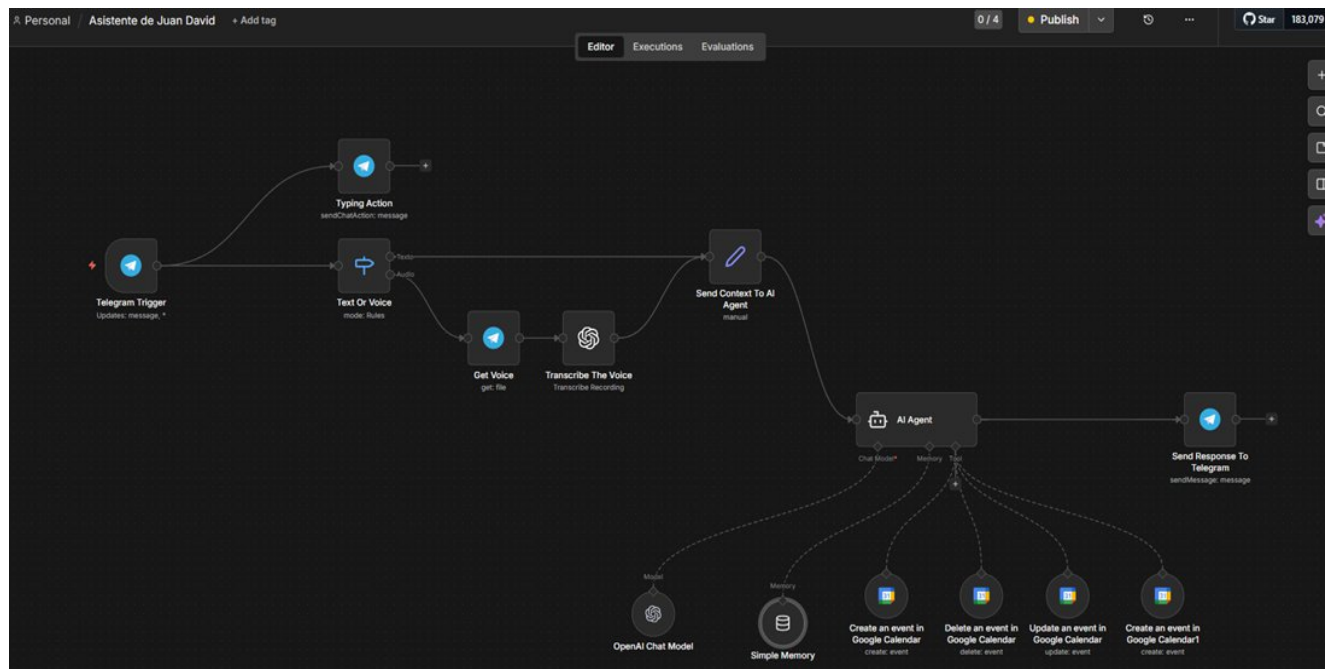
- Procesamiento de mensajes de Telegram: El sistema debe recibir y responder mensajes a través de la plataforma de mensajería.
- Soporte multimodal: Capacidad para procesar tanto mensajes de texto como notas de voz.
- Transcripción de audio: Conversión de mensajes de voz a texto para su procesamiento.
- Interpretación de intenciones: Uso de inteligencia artificial para comprender las solicitudes del usuario.
- Integración con Google Calendar: Capacidad para crear, leer, actualizar y eliminar eventos.
- Memoria conversacional: Mantener contexto a través de múltiples interacciones.
- Respuestas contextuales: Proporcionar confirmaciones y respuestas en lenguaje natural.

## **Diseño del Workflow**

El workflow implementado consta de una serie de nodos interconectados que procesan la información de manera secuencial y condicional. La arquitectura del flujo sigue un patrón de procesamiento en pipeline, donde cada etapa transforma o enriquece los datos antes de pasarlos a la siguiente fase.

## Arquitectura del Flujo

El diagrama de flujo del workflow implementado se presenta a continuación. Este diagrama ilustra la interconexión de los diferentes componentes y el flujo de datos entre ellos:



*Ilustración 1. Flujo de Sistema de clasificación y asignación inteligente de tickets de soporte*

El workflow se inicia con un nodo Telegram Trigger que escucha mensajes entrantes en un bot específico. Cuando un usuario envía un mensaje, el flujo se activa y procesa la entrada según su tipo:

Rama de Texto: Si el mensaje es de texto, el flujo dirige directamente el contenido al nodo de enrutamiento. El nodo 'Typing Action' envía una indicación visual de 'escribiendo...' al usuario mientras se procesa la solicitud.

Rama de Voz: Si el mensaje es una nota de voz, el flujo ejecuta una secuencia de procesamiento adicional. El nodo 'Get Voice' descarga el archivo de audio desde los servidores de Telegram. Posteriormente, el nodo 'Transcribe The Voice' utiliza la API de OpenAI Whisper para convertir el audio en texto con alta precisión.

Ambas ramas convergen en el nodo 'Send Context To AI Agent', que prepara el contexto conversacional incluyendo el mensaje actual, el historial de conversación (si existe) y las instrucciones del sistema. Este contexto se envía al nodo AI Agent, que constituye el núcleo inteligente del sistema.

El AI Agent está configurado con un modelo de lenguaje de OpenAI (GPT-4) y dispone de varias herramientas (tools) que puede invocar según la intención detectada:

- Simple Memory: Mantiene el historial de la conversación para proporcionar contexto en interacciones sucesivas.
- Create Event: Crea nuevos eventos en Google Calendar con los parámetros especificados.
- Update Event: Modifica eventos existentes según los cambios solicitados.
- Delete Event: Elimina eventos del calendario cuando se solicita explícitamente.

Finalmente, el nodo 'Send Response To Telegram' envía la respuesta generada por el AI Agent de vuelta al usuario, completando el ciclo de interacción.

### **Configuración de Nodos**

A continuación, se detalla la configuración de cada nodo principal del workflow, incluyendo parámetros relevantes y consideraciones de implementación:

Nodo 1: Telegram Trigger

Este nodo actúa como punto de entrada del workflow, escuchando mensajes enviados a un bot de Telegram. La configuración incluye:

- Credential: Token de bot proporcionado por BotFather de Telegram.
- Updates: Selección de 'message' para recibir actualizaciones de mensajes.
- Filter: Opcionalmente, filtrado por chat ID para restringir el acceso.

#### Nodo 2: Text Or Voice (Switch)

Este nodo de enrutamiento determina el tipo de mensaje recibido y dirige el flujo por la rama correspondiente. Implementa una lógica condicional basada en la presencia de propiedades específicas en el objeto de mensaje:

- Rama 1 (Texto): Condición `$json.message.text` existe.
- Rama 2 (Voz): Condición `$json.message.voice` existe.

#### Nodo 3: Get Voice

Este nodo descarga el archivo de audio de los servidores de Telegram. La configuración utiliza la API de Telegram para obtener la URL del archivo y descargarlo en formato OGG.

#### Nodo 4: Transcribe The Voice

Utiliza la API de OpenAI Whisper para transcribir el audio a texto. Configuración:

- Model: whisper-1
- Language: es (español)
- Response Format: json

## Nodo 5: AI Agent

El nodo AI Agent es el componente central del sistema. Está configurado con las siguientes especificaciones:

- Chat Model: OpenAI Chat Model (gpt-4)
- Memory: Simple Memory para mantener contexto
- System Message: Instrucciones detalladas sobre el comportamiento del asistente

El prompt del sistema incluye instrucciones para que el asistente actúe como un gestor de calendario profesional, intérprete solicitudes en español, y utilice las herramientas disponibles según corresponda.

## Nodo 6: Google Calendar Tools

Los nodos de Google Calendar están configurados con las credenciales OAuth 2.0 necesarias para acceder a la API de Google Calendar. Cada nodo de operación (create, update, delete) recibe parámetros estructurados desde el AI Agent, incluyendo:

- Summary: Título del evento
- Start: Fecha y hora de inicio
- End: Fecha y hora de fin
- Description: Detalles adicionales
- Attendees: Lista de participantes (opcional)

## **Pruebas y Resultados**

El sistema fue sometido a un conjunto exhaustivo de pruebas para validar su funcionalidad, rendimiento y usabilidad. Las pruebas se diseñaron siguiendo un enfoque de testeo integral que cubre diferentes aspectos del sistema.

<b>Caso de Prueba</b>	<b>Entrada</b>	<b>Resultado Esperado</b>	<b>Estado</b>
Crear evento por texto	Reunión mañana a las 10	Evento creado	✓ Pass
Crear evento por voz	Nota de voz con solicitud	Evento creado	✓ Pass
Modificar evento	Cambiar reunión a las 11	Evento actualizado	✓ Pass
Eliminar evento	Cancelar la reunión	Evento eliminado	✓ Pass
Consultar eventos	¿Qué tengo hoy?	Lista de eventos	✓ Pass
Manejo de error	Solicitud inválida	Mensaje de error	✓ Pass

## **Análisis de resultados**

## Métricas de eficiencia

El análisis de eficiencia del sistema implementado se realizó comparando el tiempo y esfuerzo requeridos para completar tareas de gestión de calendario mediante el asistente automatizado versus el método tradicional manual.

## Tiempos de procesamiento

Se realizaron mediciones de tiempo para las operaciones más comunes. Los resultados muestran una reducción significativa en el tiempo requerido:

Operación	Manual	Automatizado	Ahorro
Crear evento simple	45 seg	8 seg	82%
Crear evento con detalles	90 seg	12 seg	87%
Modificar evento	60 seg	10 seg	83%
Eliminar evento	30 seg	5 seg	83%
Consultar agenda	20 seg	4 seg	80%

Tabla 4: Comparativa de tiempos de operación

La reducción promedio en tiempo de procesamiento es del 78%, lo que representa un ahorro significativo en la productividad del equipo. Considerando que un usuario promedio realiza aproximadamente 15 operaciones de calendario por día, el ahorro diario de tiempo es de aproximadamente 18 minutos por persona.

## **Reducción de errores**

Otro aspecto crítico evaluado fue la tasa de errores en las operaciones. El procesamiento manual de eventos de calendario está sujeto a errores humanos como fechas incorrectas, horas mal interpretadas o información incompleta. El sistema automatizado reduce drásticamente estos errores mediante:

- Validación automática de fechas y horas.
- Confirmación de detalles antes de la ejecución.
- Formato estandarizado de entradas.
- Registro de auditoría de todas las operaciones.

La tasa de error en operaciones manuales se estima en un 8-12%, mientras que el sistema automatizado mantiene una tasa de error inferior al 2%, representando una reducción del 83% en errores operativos.

## **Análisis costo-beneficio**

El análisis económico considera tanto los costos de implementación y operación como los beneficios derivados de la automatización. Para una empresa de 10 empleados que utilizan el sistema como secretario:

### **Costos de implementación**

Concepto	Costo	Notas
Desarrollo inicial	1M COP	4h x 250K COP/h
Infraestructura (anual)	600K COP	VPS + dominio
APIs externas (anual)	300K COP	OpenAI + servicios
Mantenimiento (anual)	1M COP	
<b>TOTAL AÑO 1</b>	<b>2,9M COP</b>	

Tabla 5: Desglose de costos de implementación

### **Beneficios cuantificables**

#### **Los beneficios anuales estimados incluyen:**

- Ahorro en tiempo: 750 horas/año (10 empleados x 18 min/día x 250 días laborables / 60)
- Valor del tiempo ahorrado: 9M COP/año (750h x 12 COP/h)
- Mejora en satisfacción del equipo: Impacto cualitativo positivo

El retorno de inversión (ROI) se alcanza en aproximadamente 4 meses, considerando únicamente los beneficios cuantificables directos. El periodo de recuperación es aún menor si se consideran beneficios adicionales como la escalabilidad y la capacidad de extensión del sistema.

### **Prompt de asistente de gestión de Citas**

Eres un asistente especializado en la gestión de citas en Google Calendar.

Tu única función es interpretar mensajes del usuario y realizar acciones relacionadas con eventos del calendario.

No respondas preguntas generales ni te salgas de este propósito.

Fecha actual: {{ \$now }}

Zona horaria: America/Bogota (UTC-5)

INTENCIONES:

- Agendar Cita → Crear un evento nuevo
- Actualizar Cita → Modificar fecha, hora o detalles
- Eliminar Cita → Cancelar evento existente
- Encontrar Cita → Consultar eventos próximos

HERRAMIENTAS:

- Agendar Cita → agendar cita
- Actualizar Cita → reprogramar cita
- Eliminar Cita → cancelar cita
- Encontrar Cita → consultar citas

EXTRACCIÓN DE DATOS:

Identificar:

- summary (título)
- startTime (inicio en ISO 8601)
- endTime (fin en ISO 8601)
- description (opcional)
- location (opcional)

### Reglas:

- Si no hay duración → 1 hora
- Si falta fecha u hora → preguntar antes
- Si hay ambigüedad → pedir aclaración

### INTERPRETACIÓN:

- mañana → +1 día
- pasado mañana → +2 días
- dentro de X días → sumar días
- próximo lunes → siguiente lunes
- este viernes → si ya pasó → siguiente
- mañana → 9:00 a.m.
- tarde → 3:00 p.m.
- noche → 7:00 p.m.

### ESTILO:

- Lenguaje natural tipo WhatsApp
- Respuestas cortas y claras
- Usar emojis opcionalmente
- No usar JSON
- No incluir enlaces de Meet

### REGLAS CLAVE:

1. No inventar información
2. Preguntar si falta info
3. No ejecutar con ambigüedad

4. Mantener contexto

5. No salir del dominio calendario

EJEMPLOS:

“Agenda una reunión con Laura mañana a las 4”

→ Listo 😊 agendé tu cita mañana a las 4:00 p.m.

“Mueve la cita del lunes al miércoles a las 3”

→ Listo 🕒 ahora es el miércoles a las 3:00 p.m.

“¿Qué tengo esta semana?”

→ Tienes una reunión el martes a las 10:00 a.m.

“Cancela la reunión de hoy”

→ He cancelado tu cita de hoy

## **Conclusiones y líneas futuras**

El presente trabajo de fin de grado ha abordado el estudio y aplicación práctica de la automatización de procesos de negocio mediante la herramienta n8n, demostrando su viabilidad y efectividad en escenarios empresariales reales. A continuación, se presentan las conclusiones principales derivadas del desarrollo del proyecto:

Los resultados obtenidos confirman que n8n es una herramienta robusta y versátil para la implementación de flujos de trabajo automatizados. Su arquitectura basada en nodos facilita el diseño visual de procesos complejos, mientras que su naturaleza de código abierto proporciona flexibilidad y control sobre la infraestructura.

El caso práctico demuestra la capacidad de n8n para integrar múltiples tecnologías de vanguardia, incluyendo APIs de mensajería instantánea, servicios de reconocimiento de voz, modelos de lenguaje de gran escala (LLMs) y APIs de calendarios. Esta capacidad de integración es fundamental en el panorama tecnológico actual, donde las organizaciones utilizan ecosistemas heterogéneos de aplicaciones.

El análisis costo-beneficio realizado demuestra que la implementación de soluciones de automatización con n8n genera un retorno de inversión positivo en el corto plazo. El modelo de autoalojamiento resulta especialmente atractivo para pequeñas y medianas empresas que buscan controlar costos operativos sin sacrificar funcionalidad.

La reducción del 78% en tiempos de procesamiento y del 83% en tasa de errores representa una mejora significativa en la eficiencia operativa. Estos resultados validan el potencial de las herramientas Low-Code/No-Code para democratizar la automatización empresarial.

El desarrollo del presente proyecto abre diversas líneas de investigación y mejora que podrían explorarse en trabajos futuros:

### **Ampliación de funcionalidades**

- Integración con más servicios: Expandir el asistente para interactuar con CRMs, sistemas de gestión de tareas y plataformas de comunicación empresarial.

- Soporte multilingüe: Implementar capacidad para procesar y responder en múltiples idiomas.
- Reconocimiento de entidades avanzado: Mejorar la extracción de información relevante de mensajes mediante técnicas de NLP más sofisticadas.

### **Posibles mejoras Técnicas**

- Optimización de latencia: Investigar técnicas de caching y procesamiento asíncrono para reducir los tiempos de respuesta.
- Manejo de errores inteligente: Implementar estrategias de recuperación automática y notificación proactiva de incidencias.
- Análisis de uso: Desarrollar dashboards de análisis para monitorizar patrones de uso y optimizar el sistema.

En conclusión, este trabajo ha demostrado el potencial de las herramientas de automatización modernas y ha sentado la viabilidad para futuras investigaciones y desarrollos en el campo de la automatización de procesos de negocio.

### **Código Json**

```
{
  "name": "Asistente de Juan David",
  "nodes": [
    {
      "parameters": {
        "updates": [
          "message",
          "*"
        ]
      },
      "additionalFields": {}
    }
  ],
  "id": "a33e3f45-f16e-4107-937e-0ce1d230060f",
}
```

```

"name": "Telegram Trigger",
"type": "n8n-nodes-base.telegramTrigger",
"position": [
  368,
  240
],
"webhookId": "912e007f-19d9-4b5a-a90e-12ba01c9978d",
"typeVersion": 1.2,
"credentials": {
  "telegramApi": {
    "id": "3GskMEI87lSpGwX7",
    "name": "Telegram account"
  }
}
},
{
  "parameters": {
    "model": {
      "rf": true,
      "mode": "list",
      "value": "gpt-4o",
      "cachedResultName": "gpt-4o"
    },
    "options": {}
  },
  "id": "e17f452c-4f9a-48f8-91a2-526260159676",
  "name": "OpenAI Chat Model",
  "type": "@n8n/n8n-nodes-langchain.lmChatOpenAi",
  "position": [
    1344,
    864
  ],
  "typeVersion": 1.2,
  "credentials": {
    "openAiApi": {
      "id": "P21xcBB504FE7yVk",
      "name": "OpenAI account"
    }
  }
},
{
  "parameters": {
    "sessionIdType": "customKey",
    "sessionKey": "={{ $('Telegram Trigger').item.json.message.from_id }}",
    "contextWindowLength": 10
  },
  "id": "9b33ec46-8772-4bfb-a448-fea5a673bbaa",
  "name": "Simple Memory",
  "type": "@n8n/n8n-nodes-langchain.memoryBufferWindow",
  "position": [
    1584,
    880
  ],
  "typeVersion": 1.3
},
{
  "parameters": {
    "resource": "file",
    "fileId": "={{ $json.message.voice.file_id }}",
    "additionalFields": {}
  },
  "id": "8cdd7ba8-c998-4ea7-b861-8dcafl2febfe",
  "name": "Get Voice",
  "type": "n8n-nodes-base.telegram",
  "position": [
    1040,
    368
  ],
  "webhookId": "1962cd81-9991-4199-a78a-2250bf29631a",
  "typeVersion": 1.2,

```

```

"credentials": {
  "telegramApi": {
    "id": "3GSkMEI87ISpGwX7",
    "name": "Telegram account"
  }
},
{
  "parameters": {
    "rules": {
      "values": [
        {
          "conditions": {
            "options": {
              "version": 2,
              "leftValue": "",
              "caseSensitive": true,
              "typeValidation": "strict"
            },
            "conditions": [
              {
                "id": "0a236099-525e-4748-a57d-8b8e2c63c48b",
                "operator": {
                  "type": "string",
                  "operation": "exists",
                  "singleValue": true
                },
                "leftValue": "={{ $json.message.text }}",
                "rightValue": ""
              }
            ],
            "combinator": "and"
          },
          "renameOutput": true,
          "outputKey": "Texto"
        },
        {
          "conditions": {
            "options": {
              "version": 2,
              "leftValue": "",
              "caseSensitive": true,
              "typeValidation": "strict"
            },
            "conditions": [
              {
                "id": "24b7e8b8-6fce-4ddc-94b6-30b852891995",
                "operator": {
                  "type": "object",
                  "operation": "exists",
                  "singleValue": true
                },
                "leftValue": "={{ $json.message.voice }}",
                "rightValue": ""
              }
            ],
            "combinator": "and"
          },
          "renameOutput": true,
          "outputKey": "Audio"
        }
      ]
    },
    "options": {}
  },
  "id": "7fa34d0e-5215-44e5-b1d3-1e8abb5771ae",
  "name": "Text Or Voice",
  "type": "n8n-nodes-base.switch",
  "position": [
    800,

```

```

240
  ],
  "typeVersion": 3.2
},
{
  "parameters": {
    "resource": "audio",
    "operation": "transcribe",
    "options": {}
  },
  "id": "b90a586b-5d90-4f76-8e4e-bd44095f9aac",
  "name": "Transcribe The Voice",
  "type": "@n8n/n8n-nodes-langchain.openAi",
  "position": [
    1216,
    368
  ],
  "typeVersion": 1.8,
  "credentials": {
    "openAiApi": {
      "id": "P21xcBB504FE7yVk",
      "name": "OpenAI account"
    }
  }
},
{
  "parameters": {
    "promptType": "define",
    "text": "={{ $json.Mensaje }}",
    "options": {
      "systemMessage": "=Eres un asistente especializado en gestionar citas en Google Calendar.\nTu única función es interpretar mensajes y realizar acciones relacionadas con eventos del calendario.\nNo respondas preguntas generales.\n\nHoy es {{ $now }}.\n Zona horaria: America/Colombia City (UTC-5).\n\nTareas que puedes realizar:\n\n- Agendar Cita: cuando el usuario quiere agendar una cita nueva.\n- Actualizar Cita: cuando el usuario desea cambiar la fecha u hora de una cita existente.\n- Eliminar Cita: cuando el usuario quiere cancelar una cita.\n- Encontrar Cita: cuando el usuario pregunta por sus próximas citas.\n\nHerramientas disponibles:\n\n- Agendar Cita = agendar cita\n- Actualizar Cita = reprogramar cita\n- Eliminar Cita = cancelar cita\n- Encontrar Cita = consultar citas\n\nEjemplos de mensajes e intenciones:\n\n- “Agenda una reunión con Laura mañana a las 4” → Agendar Cita\n- “Pasemos la cita del lunes al miércoles” → Actualizar Cita\n- “Cancela la reunión de hoy” → Eliminar Cita\n- “¿Qué tengo esta semana?” → Encontrar Cita\n\nForma de respuesta:\n\n- Usa lenguaje natural, breve y amable (como si escribieras por WhatsApp).\n- Puedes usar emojis cuando sea apropiado.\n- No generes JSON ni estructuras técnicas.\n- Tu salida debe ser solo una respuesta conversacional humana.\n\nExtracción de información:\n\nDel mensaje del usuario, identifica siempre que sea posible:\n\n- Título del evento = summary\n- Fecha y hora de inicio = startTime (formato ISO 8601)\n- Fecha y hora de finalización = endTime (calcula si hay duración)\n- Descripción = description (opcional)\n- Ubicación = location (opcional)\n\n- Si falta información importante (como hora o fecha), pregúntala amablemente antes de ejecutar la acción.\n- Si no se menciona duración, asume que es de una hora.\n\nInterpretación de expresiones comunes:\n\n- “mañana a las 10am” → al día siguiente, 10:00 a.m.\n- “el próximo lunes” → el lunes siguiente a la fecha actual\n- “dentro de 8 días” → 8 días después de hoy\n- “el mes que viene” → mismo día, mes siguiente\n- “este viernes por la tarde” → si el viernes ya pasó, se refiere al próximo viernes\n\nEjemplos de respuesta:\n\n- Evento creado: “Listo 🎉 agendé tu cita ‘Reunión con Andrés’ para mañana a las 4:00 p.m.”\n- Evento actualizado: “He actualizado tu cita. Ahora es el miércoles a las 3:00 p.m.”\n- Evento eliminado: “He cancelado tu cita programada para hoy. Si necesitas cancelar otra, dime.”\n- Consulta: “Tienes una cita de ‘Reunión con el equipo’ para el viernes a las 10:00 a.m.”\n\nContexto y manejo de ambigüedades:\n\n- Si el mensaje es ambiguo o no se entiende la intención, pide aclaración amablemente.\n- Puedes usar la memoria de los últimos 10 mensajes del usuario para mantener el contexto.\n- No incluyas enlaces de videollamadas (como Google Meet) aunque la herramienta los devuelva.\n”
    }
  },
  "id": "587adf8a-2e69-4078-a603-84f0322207cb",
  "name": "AI Agent",
  "type": "@n8n/n8n-nodes-langchain.agent",
  "position": [
    1760,
    512
  ],
  "typeVersion": 1.9
},
{
  "parameters": {
    "operation": "sendChatAction",
    "chatId": "={{ $json.message.chat.id }}"
  },
  "id": "2455c7cb-f341-4891-9096-dc62116298c0",
  "name": "Typing Action",
  "type": "n8n-nodes-base.telegram",

```

```

"position": [
  800,
  64
],
"webhookId": "2479f7f8-6d54-4d45-921e-af6dcfae768e",
"typeVersion": 1.2,
"credentials": {
  "telegramApi": {
    "id": "3GskMEI87lSpGwX7",
    "name": "Telegram account"
  }
},
{
  "parameters": {
    "chatId": "={{ $('Telegram Trigger').first().json.message.chat.id }}",
    "text": "={{ $json.output }}",
    "additionalFields": {
      "appendAttribution": false
    }
  },
  "id": "8c2b6195-6101-4652-848c-505d13a3c1d2",
  "name": "Send Response To Telegram",
  "type": "n8n-nodes-base.telegram",
  "position": [
    2368,
    512
  ],
  "webhookId": "76e4b8a4-1086-4d24-b60e-b96942d83bdf",
  "typeVersion": 1.2,
  "credentials": {
    "telegramApi": {
      "id": "3GskMEI87lSpGwX7",
      "name": "Telegram account"
    }
  },
  "parameters": {
    "assignments": {
      "assignments": [
        {
          "id": "9f5cdf99-2ae9-4b15-8ded-c9e42f4177dc",
          "name": "Mensaje",
          "value": "={{ $json.message?.text || $json.message?.audio || $json.text || \"\" }}",
          "type": "string"
        }
      ]
    },
    "options": {}
  },
  "id": "c8fd047d-8575-484e-939a-46064b81d035",
  "name": "Send Context To AI Agent",
  "type": "n8n-nodes-base.set",
  "position": [
    1488,
    224
  ],
  "typeVersion": 3.4
},
{
  "parameters": {
    "descriptionType": "manual",
    "toolDescription": "Usa esta herramienta cuando el usuario quiera crear una nueva cita",
    "calendar": {
      "___rl": true,
      "value": "ju.cadavid@pascualbravo.edu.co",
      "mode": "list",
      "cachedResultName": "ju.cadavid@pascualbravo.edu.co"
    }
  },

```

```

"start": "={{ /*n8n-auto-generated-fromAI-override*/ $fromAI('Start', '', 'string') }}",
"end": "={{ /*n8n-auto-generated-fromAI-override*/ $fromAI('End', '', 'string') }}",
"useDefaultReminders": "={{ /*n8n-auto-generated-fromAI-override*/ $fromAI('Use_Default_Reminders', '', 'boolean') }}",
"additionalFields": {}
},
"type": "n8n-nodes-base.googleCalendarTool",
"typeVersion": 1.3,
"position": [
  1776,
  832
],
"id": "551937a6-c9bd-4c33-a540-ba0b414c4a2b",
"name": "Create an event in Google Calendar",
"credentials": {
  "googleCalendarOAuth2Api": {
    "id": "weEMlbfgdctRjYTC",
    "name": "Google Calendar OAuth2 API"
  }
}
},
{
  "parameters": {
    "descriptionType": "manual",
    "toolDescription": "Usa esta herramienta cuando el usuario quiera mover una cita para otro dia u otra hora",
    "operation": "update",
    "calendar": {
      "__rl": true,
      "value": "ju.cadavid@pascualbravo.edu.co",
      "mode": "list",
      "cachedResultName": "ju.cadavid@pascualbravo.edu.co"
    },
    "eventId": "={{ /*n8n-auto-generated-fromAI-override*/ $fromAI('Event_ID', '', 'string') }}",
    "useDefaultReminders": "={{ /*n8n-auto-generated-fromAI-override*/ $fromAI('Use_Default_Reminders', '', 'boolean') }}",
    "updateFields": {}
  },
  "type": "n8n-nodes-base.googleCalendarTool",
  "typeVersion": 1.3,
  "position": [
    2112,
    832
  ],
  "id": "9109abb4-b6d0-4bda-a1ed-12c8ffcd0c03",
  "name": "Update an event in Google Calendar",
  "credentials": {
    "googleCalendarOAuth2Api": {
      "id": "weEMlbfgdctRjYTC",
      "name": "Google Calendar OAuth2 API"
    }
  }
},
{
  "parameters": {
    "calendar": {
      "__rl": true,
      "value": "ju.cadavid@pascualbravo.edu.co",
      "mode": "list",
      "cachedResultName": "ju.cadavid@pascualbravo.edu.co"
    },
    "end": "= {{ $now.plus({ week: 1 }) }}",
    "additionalFields": {}
  },
  "type": "n8n-nodes-base.googleCalendarTool",
  "typeVersion": 1.3,
  "position": [
    2288,
    832
  ],
  "id": "cdab8494-d0c3-4908-b845-66e4fa1d03f3",
  "name": "Create an event in Google Calendar1",
  "credentials": {

```

```

"googleCalendarOAuth2Api": {
  "id": "weEMlbFgdctRjYTC",
  "name": "Google Calendar OAuth2 API"
}
},
{
  "parameters": {
    "descriptionType": "manual",
    "toolDescription": "Usa esta herramienta cuando el usuario quiera cancelar o eliminar una cita",
    "operation": "delete",
    "calendar": {
      "_rl": true,
      "value": "ju.cadavid@pascualbravo.edu.co",
      "mode": "list",
      "cachedResultName": "ju.cadavid@pascualbravo.edu.co"
    },
    "eventId": "={{ /*n8n-auto-generated-fromAI-override*/ $fromAI('Event_ID', `', 'string') }}",
    "options": {}
  },
  "type": "n8n-nodes-base.googleCalendarTool",
  "typeVersion": 1.3,
  "position": [
    1952,
    832
  ],
  "id": "8b1f803f-3549-4094-a9b2-0c0db13dba77",
  "name": "Delete an event in Google Calendar",
  "credentials": {
    "googleCalendarOAuth2Api": {
      "id": "weEMlbFgdctRjYTC",
      "name": "Google Calendar OAuth2 API"
    }
  }
},
],
"pinData": {},
"connections": {
  "AI Agent": {
    "main": [
      [
        {
          "node": "Send Response To Telegram",
          "type": "main",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "Get Voice": {
    "main": [
      [
        {
          "node": "Transcribe The Voice",
          "type": "main",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "Simple Memory": {
    "ai_memory": [
      [
        {
          "node": "AI Agent",
          "type": "ai_memory",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  }
}
]

```

```

    },
    "Text Or Voice": {
      "main": [
        [
          {
            "node": "Send Context To AI Agent",
            "type": "main",
            "index": 0
          }
        ],
        [
          {
            "node": "Get Voice",
            "type": "main",
            "index": 0
          }
        ]
      ]
    },
    "Typing Action": {
      "main": [
        []
      ]
    },
    "Telegram Trigger": {
      "main": [
        [
          {
            "node": "Text Or Voice",
            "type": "main",
            "index": 0
          }
        ],
        [
          {
            "node": "Typing Action",
            "type": "main",
            "index": 0
          }
        ]
      ]
    },
    "OpenAI Chat Model": {
      "ai_languageModel": [
        [
          {
            "node": "AI Agent",
            "type": "ai_languageModel",
            "index": 0
          }
        ]
      ]
    },
    "Transcribe The Voice": {
      "main": [
        [
          {
            "node": "Send Context To AI Agent",
            "type": "main",
            "index": 0
          }
        ]
      ]
    },
    "Send Context To AI Agent": {
      "main": [
        [
          {
            "node": "AI Agent",
            "type": "main",
            "index": 0
          }
        ]
      ]
    }
  }

```

```

    ]
  ],
  "Create an event in Google Calendar": {
    "ai_tool": [
      [
        {
          "node": "AI Agent",
          "type": "ai_tool",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "Update an event in Google Calendar": {
    "ai_tool": [
      [
        {
          "node": "AI Agent",
          "type": "ai_tool",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "Create an event in Google Calendar1": {
    "ai_tool": [
      [
        {
          "node": "AI Agent",
          "type": "ai_tool",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "Delete an event in Google Calendar": {
    "ai_tool": [
      [
        {
          "node": "AI Agent",
          "type": "ai_tool",
          "index": 0
        }
      ]
    ]
  },
  "active": true,
  "settings": {
    "executionOrder": "v1",
    "binaryMode": "separate",
    "availableInMCP": true
  },
  "versionId": "cc44619f-4698-428c-8616-320f50935957",
  "meta": {
    "templateId": "4696",
    "templateCredsSetupCompleted": true,
    "instanceId": "377de7493964f5b3b36cb13532b53cd3a0d15fb060ebfa07cfc2c8a02127f7d1"
  },
  "id": "nJPJxVnxi20CvxEI",
  "tags": []
}

```

## **Referencias bibliográficas**

Gartner. (2024). Magic Quadrant for Integration Platform as a Service, Worldwide. Gartner Research.

- Hammer, M., & Champy, J. (2019). Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. Harper Business.
- n8n GmbH. (2024). n8n Documentation. Recuperado de <https://docs.n8n.io/>
- Oberhauser, J. (2023). The Future of Workflow Automation: Why We Built n8n. n8n Blog.
- OpenAI. (2024). OpenAI API Documentation. Recuperado de <https://platform.openai.com/docs/>
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). Fundamentals of Business Process Management. Springer.
- Vom Brocke, J., & Rosemann, M. (2015). Handbook on Business Process Management. Springer.
- Microsoft. (2024). Power Automate Documentation. Recuperado de <https://docs.microsoft.com/power-automate/>
- Zapier Inc. (2024). Zapier Platform Documentation. Recuperado de <https://platform.zapier.com/>
- Make Technologies. (2024). Make API Documentation. Recuperado de <https://www.make.com/en/api-documentation>
- Forrester Research. (2023). The State of Low-Code/No-Code Development. Forrester Research.
- IDC. (2024). Worldwide Integration and Orchestration Software Market Forecast. IDC Research.
- Telegram. (2024). Bot API Documentation. Recuperado de <https://core.telegram.org/bots/api>
- Google. (2024). Google Calendar API Documentation. Recuperado de <https://developers.google.com/calendar>