**Tutor de lenguaje natural para mejorar la compresión de bases fundamentales de la programación en Algoritmos y Programación 1**

Juan Sebastián González Sarmiento

Sebastián Hidalgo

Santiago Arboleda Velasco

Juan Felipe Aranguren Checa

Administrador de empresas - Ingeniero de Sistemas

Universidad Icesi

Facultad Barberi de Ingeniería, Diseño y Ciencias Aplicadas

Ingeniería de Sistemas

Cali, 2025

Tabla de contenido

[Resumen 4](#_Toc397444423)

[Abstract 5](#_Toc397444424)

[Lista de acrónimos 6](#_Toc397444425)

[Glosario de términos 7](#_Toc397444426)

[Lista de símbolos 8](#_Toc397444427)

[Índice de figuras 9](#_Toc397444428)

[Índice de tablas 10](#_Toc397444429)

[Motivación y antecedentes 11](#_Toc397444430)

Impacto del proyecto [11](#_Toc397444430)

Formulación [del problema 14](#_Toc397444431)

[Objetivos del proyecto 15](#_Toc397444433)

[Objetivo general y específicos 15](#_Toc397444434)

[Marco teórico 16](#_Toc397444436)

[Estado del arte 17](#_Toc397444437)

[Metodología 18](#_Toc397444438)

[Esquema de trabajo 18](#_Toc397444439)

[Fases de desarrollo del proyecto 18](#_Toc397444440)

[Análisis de riesgos y limitaciones 19](#_Toc397444441)

[Cronograma 19](#_Toc397444442)

[Contribución y resultados del proyecto de grado 20](#_Toc397444444)

[Aportes relacionados con el objeto del proyecto 20](#_Toc397444445)

[Aportes relacionados con el desarrollo de capacidades del investigador 20](#_Toc397444446)

[Resultados y entregables 20](#_Toc397444447)

[Anexos 21](#_Toc397444448)

[Referencias bibliográficas 22](#_Toc397444449)

## Resumen

El presente proyecto aborda la problemática identificada en el curso de Algoritmos y Programación 1 de la Universidad Icesi, donde se evidencian dificultades significativas en la comprensión y aplicación de los conceptos fundamentales de la Programación Orientada a Objetos (POO) en etapas tempranas, tales como funciones, ciclos y polimorfismo. Estas dificultades afectan negativamente el rendimiento académico y la continuidad de los estudiantes en su trayectoria profesional.

Con el fin de mitigar esta problemática, se propone el desarrollo de un tutor inteligente basado en técnicas de inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural, diseñado para brindar asistencia personalizada, revisar la sintaxis del código y promover buenas prácticas de programación. La solución se implementará mediante una aplicación web, con miras a integrarse en el ecosistema educativo de la Universidad Icesi, facilitando su adopción por parte de estudiantes y docentes.

La metodología contempla el análisis de requerimientos, el desarrollo e integración de sistemas expertos y la evaluación de impacto a través de métricas de rendimiento académico. Los entregables incluyen un prototipo funcional del tutor inteligente, informes de pruebas y análisis de resultados, los cuales permitirán validar la efectividad de la herramienta.

Se espera que los resultados obtenidos contribuyan a la mejora en la comprensión de los conceptos y buenas prácticas relacionadas con la Programación Orientada a Objetos, fomenten una mayor interacción y retroalimentación oportuna para los estudiantes, y fortalezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje en el curso de Algoritmos y Programación 1. En síntesis, este proyecto no solo atiende una necesidad educativa crítica, sino que también impulsa la innovación en las metodologías pedagógicas y didácticas mediante el uso de tecnologías avanzadas.

**Palabras clave:** Tutor inteligente, Programación Orientada a Objetos, Inteligencia Artificial, Procesamiento de Lenguaje Natural, APO 1.

## Abstract

**Maximum length:** **1 paragraph**

**Keywords:** **4-6 words**

This project addresses the challenges identified in the Algorithms and Programming 1 course at Universidad Icesi, where students face significant difficulties in understanding and applying fundamental Object-Oriented Programming (OOP) concepts in early stages, such as functions, loops, and polymorphism. These difficulties negatively impact academic performance and student retention.

To mitigate this issue, the development of an intelligent tutor is proposed, leveraging artificial intelligence and natural language processing techniques to provide personalized assistance, review code syntax, and promote good programming practices. The solution will be implemented through a web application, with the aim of integrating into the university's educational ecosystem, facilitating adoption by students and faculty.

The methodology includes requirement analysis, the development and integration of expert systems, and impact evaluation through academic performance metrics. Deliverables include a functional prototype of the intelligent tutor, test reports, and result analyses, which will validate the tool's effectiveness.

The expected outcomes include improved understanding of concepts and good practices regarding Object-Oriented Programming, increased interaction and timely feedback for students, and the strengthening of the teaching-learning process in the Algorithms and Programming 1 course. In summary, this project not only addresses a critical educational need but also fosters innovation in pedagogical and didactical methodologies through the use of advanced technologies.

## Lista de acrónimos

Incluir los acrónimos o siglas que aparecen en el anteproyecto. **En el documento la primera vez que aparece el acrónimo debe definirse**. Las siglas en ingles deben escribirse en letra cursiva. Ej.:

POO Programación Orientada a Objetos

APO 1 Algoritmos y Programacion 1

IA Inteligencia Artificial

PLN Procesamiento de Lenguaje Natural

LLM Large Language Models

RAG Retrieval Augmented Generation

## Glosario de términos

Definir los términos que corresponden a conceptos fundamentales y especializados del documento (ej.: Dominio de generación, transmisión, distribución, dominio de comercialización), incluirlos en orden alfabético. **Los términos que se incluyen en el glosario son aquellos que son muy específicos a la temática del proyecto o de su dominio de aplicación**, y que se considera que definirlos previamente facilita la lectura y comprensión del texto por parte del lector y/o evaluador.

## Lista de símbolos

Colocar los símbolos matemáticos que aparecen en el anteproyecto

## Índice de figuras

**Página**

Figura 1: Diagrama de Gantt cronograma de actividades 27

Figura 2: Arquitectura de la red de datos de la sucursal Bogotá 25

Figura 3: Flujo de datos del modelo propuesto 28

El índice de figuras que va en esta página debe insertarse usando la herramienta de inserción automática de tablas de ilustraciones a partir de la herramienta de referencias cruzadas que identifican las figuras empleadas por Word.

**Recomendaciones sobre las gráficas.**

* Toda gráfica que aparezca en el documento debe ser previamente introducida y explicada; es decir se deben contextualizar y explicar su relación con la sección del documento donde se está colocando.
* **Los títulos de las gráficas se colocan en la parte inferior de la misma**.
* Pegar en formato: Imagen JPEG (pegado especial)

# Índice de tablas

**Página**

Tabla 1: Riesgos y Limitaciones 24

Tabla 2: Cronograma de actividades 26

Tabla 3: Presupuesto actividad 1 27

Tabla 4: Presupuesto actividad 2 28

Tabla 5: Costo total actividades 30

Debe insertarse usando la misma herramienta de referencias cruzadas utilizada en la sección índice de figuras.

**Recomendaciones sobre las tablas.**

* Todas las tablas que aparezcan en el documento deben ser previamente introducidas y explicadas, es decir se deben contextualizar y explicar su relación con la sección del documento donde se está colocando.
* **Los títulos de las tablas se colocan en la parte superior de la misma.**
* Pegar en formato: Imagen JPEG (pegado especial)

## Motivación y antecedentes

Esta sección expone el escenario en el que se presenta el problema, los antecedentes que han condicionado su surgimiento y la justificación para abordar la solución propuesta. Se busca ofrecer al lector una comprensión clara del contexto académico y tecnológico que motiva el desarrollo del tutor inteligente, resaltando su impacto potencial en la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje en el curso de Algoritmos y Programación 1.

### Contexto

El proyecto se enmarca en el entorno académico de la Universidad Icesi, una institución reconocida por su compromiso con la innovación educativa y el desarrollo de competencias tecnológicas en sus estudiantes de Ingeniería de Sistemas, Ingeniería en Energías inteligentes y Diseño de Medios Interactivos. En este contexto, el curso de Algoritmos y Programación 1 representa la primera experiencia formal de los estudiantes con conceptos de programación, siendo el punto de partida para su formación en la disciplina.

La Universidad Icesi se ubica en una zona urbana de Cali, Colombia, en la que se destaca una creciente inversión en tecnologías de la información y comunicación. La infraestructura tecnológica y el ecosistema educativo están en constante actualización para responder a las demandas de un mercado laboral cada vez más competitivo. Además, la diversidad cultural y el dinamismo de la comunidad universitaria propician la búsqueda de metodologías pedagógicas innovadoras.

Entre los actores principales del sistema propuesto se encuentran los estudiantes, quienes deben aprender y desarrollar sus competencias; los docentes, responsables de diseñar experiencias y ambientes de aprendizaje significativos que permitan a los estudiantes desarrollar dichas competencias; y la administración académica, que busca garantizar la calidad y pertinencia de la formación ofrecida. Estudios recientes en educación superior (véase, por ejemplo, investigaciones publicadas en revistas indexadas de educación tecnológica) han mostrado que la adopción de herramientas digitales innovadoras puede mejorar significativamente los procesos de aprendizaje y retención de información. (Al-Mabuk 2024)

El curso de Algoritmos y Programación 1 introduce a los estudiantes a la programación, proporcionándoles elementos básicos de los lenguajes de programación como lo son variables, condicionales, ciclos y métodos; para luego contribuir en la comprensión del paradigma de Programación Orientada a Objetos, lo que implica enfrentarse a conceptos abstractos como clases, objetos, encapsulación, herencia y polimorfismo. El curso facilita experiencias de aprendizaje que les permiten a los estudiantes desarrollar sus capacidades de pensamiento algorítmico y de solución de problemas. El curso emplea como herramienta de aprendizaje el lenguaje de Programación Java. Estos conceptos y competencias son fundamentales para el desarrollo de capacidades en áreas avanzadas de la ingeniería de software, sin embargo, su complejidad genera una curva de aprendizaje pronunciada.

### Antecedentes del problema

Diversas investigaciones (Diaz-Levya 2020) y análisis sectoriales han evidenciado que el bajo rendimiento en APO 1 se relaciona directamente con la dificultad de los estudiantes para internalizar los conceptos básicos de POO. Entre los antecedentes más relevantes se destacan:

* **Falta de experiencia previa:** Muchos estudiantes ingresan al curso sin haber tenido contacto previo con la programación, lo que limita su capacidad para asimilar conceptos abstractos y dificulta la transición hacia paradigmas más complejos.
* **Desafíos en la abstracción y comprensión:** Diversos estudiantes no logran entender estructuras básicas como condicionales y bucles. Por lo que el salto a conceptos como clases, objetos, encapsulación y la herencia resulta particularmente desafiante.
* **Limitaciones en los recursos didácticos y metodologías de enseñanza:** La carencia de material didáctico adaptado a los distintos estilos de aprendizaje y la utilización de metodologías de enseñanza tradicionales han contribuido a que la brecha de conocimiento persista, afectando el rendimiento y la motivación de los estudiantes.

Los antecedentes descritos revelan que el problema no es aislado, sino el resultado de un conjunto de factores interrelacionados que afectan la calidad del aprendizaje en APO 1, lo que justifica la búsqueda de soluciones innovadoras que permitan superar estas barreras.

### Justificación

La implementación de un sistema de tutoría digital inteligente responde a la imperante necesidad de incorporar herramientas tecnológicas que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje. La capacidad de proporcionar retroalimentación inmediata, personalizada y adaptativa representa una ventaja competitiva en la formación de ingenieros y diseñadores capaces de enfrentar desafíos tecnológicos modernos. Al facilitar la comprensión de diversos conceptos de la programación, se espera que el tutor inteligente contribuya a mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes y por ende mejorar su rendimiento académico. La personalización del aprendizaje, mediante el análisis de interacciones y la identificación de áreas de dificultad, permitirá intervenciones pedagógicas más precisas y efectivas.

Este proyecto se alinea con las tendencias globales de integración de la IA en la educación (Flores N.d) y puede servir como base para futuras investigaciones y desarrollos en sistemas de tutoría inteligente en otras áreas del conocimiento. La experiencia acumulada y los resultados obtenidos podrán generar nuevas propuestas de mejora en metodologías de enseñanza, en la generación de conocimiento en ingeniería de software o en otras áreas de la universidad.

### IMPACTO DEL PROYECTO

La implementación de un tutor inteligente mejora la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, facilitando la comprensión de conceptos complejos y reduciendo las brechas de aprendizaje. Esto se traduce en una mayor retención y éxito académico, contribuyendo a la formación de profesionales más competentes y preparados para enfrentar los retos del sector tecnológico. Además, el acceso a una retroalimentación personalizada promueve la equidad educativa, beneficiando a estudiantes con diferentes niveles de preparación previa.

El proyecto fomenta la integración de tecnologías avanzadas en la educación, impulsando una transformación cultural en el ámbito académico. La adopción de soluciones basadas en inteligencia artificial incentiva el desarrollo de competencias digitales y promueve una mentalidad orientada a la innovación. Esto contribuye a modernizar los métodos pedagógicos y a propiciar una cultura de aprendizaje continuo. Al mejorar los procesos de enseñanza mediante herramientas tecnológicas, el proyecto puede generar una reducción en los costos asociados a metodologías tradicionales y en la inversión en recursos didácticos.

Por último, el uso de un tutor inteligente que ofrece asistencia inmediata y adaptada a las necesidades individuales puede reducir los niveles de estrés y ansiedad en los estudiantes. Al proporcionar un entorno de aprendizaje más dinámico y centrado en el estudiante, se favorece un ambiente académico más saludable y se mejora la satisfacción general, impactando positivamente en el bienestar psicológico y social de la comunidad estudiantil.

### Descripción del problema

La problemática abordada se deriva directamente del contexto académico y tecnológico de la Universidad Icesi, en donde se ha observado que el curso de Algoritmos y Programación 1 presenta dificultades significativas en la asimilación de conceptos fundamentales de la programación. Tales como funciones, ciclos, métodos y POO. Estas dificultades afectan el proceso de aprendizaje de los estudiantes, su rendimiento académico y su transición a cursos avanzados.

### Identificación del problema

Dificultad de los estudiantes para comprender conceptos fundamentales de **POO**, afectando su proceso de aprendizaje, por ende su rendimiento académico en el curso **APO 1,** su preparación para cursos avanzados como **APO 2** y, potencialmente, su continuidad en su programa de estudios.

### Formulación del problema

En la Universidad Icesi, los estudiantes que cursan Algoritmos y Programación 1 enfrentan serias dificultades para comprender y aplicar los conceptos fundamentales de la programación. Esto se debe a la falta de experiencia previa, la complejidad inherente de los conceptos abstractos y la insuficiencia de recursos didácticos adaptados a cada tipo de estudiante. Lo que afecta negativamente su proceso de aprendizaje, rendimiento académico y, potencialmente, su continuidad en su programa de estudios.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

## Objetivos

### Objetivo general

Desarrollar un tutor inteligente basado en Inteligencia Artificial que asista en la comprensión y aplicación de los conceptos fundamentales de la programación en el curso de Algoritmos y Programación 1 de la Universidad Icesi, con el fin de mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes en un plazo aproximado de 4 meses.

### Objetivos específicos

* **Optimizar el acceso a material didáctico** proporcionando guías prácticas, glosarios técnicos y una base de conocimientos recomendada por los profesores a través del tutor, facilitando el aprendizaje de la Programación Orientada a Objetos (POO). Se garantizará que el 100% de los estudiantes tenga acceso a estos recursos antes del 30 de noviembre de 2025.
* **Fortalecer la retroalimentación en el aprendizaje** mediante la implementación de ejemplos simplificados, asistencia con sintaxis y videos específicos, proporcionados por el tutor. Se evaluará la efectividad a través de encuestas de satisfacción y una mejora del 20% en el desempeño de los estudiantes en evaluaciones, con implementación completa antes del 15 de diciembre de 2025.
* **Mejorar el acceso y difusión de los canales de apoyo** integrando toda la información relevante en la plataforma del tutor para un acceso rápido y eficiente. Se capacitará a los estudiantes en el uso de estos recursos, asegurando que al menos el 90% conozca y utilice los canales de apoyo antes del 1 de diciembre de 2025.
* **Facilitar la recolección y análisis de datos sobre las necesidades de los estudiantes** mediante el registro de las búsquedas más frecuentes en la plataforma del tutor. Estos datos se presentarán en gráficos y reportes accesibles para los profesores, permitiéndoles identificar áreas de mejora y ajustar sus métodos de enseñanza. La implementación se completará antes del 20 de diciembre de 2025, asegurando que al menos el 80% de los profesores utilicen la información para mejorar sus clases.

Diagrama

El contenido generado por IA puede ser incorrecto.

## Marco teórico

En esta sección, el estudiante describe y explica los **fundamentos, conceptos teóricos,** y **técnicos propios** de su **disciplina** sobre los cuales se va apoyar su investigación y que le permiten aproximarse a la solución del problema. Puede incluir marcos de referencia teóricos y normativos vigentes (e.g., RFC, normas IEEE, ISO, leyes colombianas, tratados internacionales), los presenta de forma coherente con respecto al problema y citando siempre las fuentes correspondientes.

La construcción del marco teórico no es una simple descripción cualitativa o cuantitativa de los conceptos técnicos necesarios para enfrentarse a la solución del problema. **Esta sección, debe además explicitar como se relacionan cada uno de los conceptos definidos con los objetivos específicos y/o la metodología definida para dar solución al problema**.

* En esta sección, el estudiante describe y explica todos los fundamentos, y conceptos teóricos y técnicos, sobre los cuales apoya su anteproyecto y que le permiten abordar la solución del problema.
* El objetivo del marco teórico es situar el problema de investigación dentro de un conjunto de conocimientos sólidos y confiables que permitan orientar la búsqueda y ofrezcan una conceptualización adecuada de los términos y definiciones que se van a utilizar.
* Emplee referencias bibliográficas serias: IEEE, ACM, Libros acreditados, Grupos de investigación de universidades top.
* Si emplea referencias online, utilice aquellas que pertenezcan a: Organizaciones gubernativas y mundiales: ITU, ONU, Gobierno Central.
* Sea escéptico en la lectura de artículos, revistas, capítulos demasiado radicales, o literatura gris.
* Revise congresos, seminarios, etcétera.

### Organización de la Información

* **Temas y Subtemas**
  + **Inteligencia Artificial (IA) en Educación**
    - Definición y enfoques (machine learning, sistemas expertos).
    - Aplicaciones en sistemas de tutoría.
  + **Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN)**
    - Conceptos fundamentales del PLN.
    - Aplicaciones en la revisión de sintaxis y semántica del código.
  + **Sistemas de Tutoría Inteligente**
    - Características principales (interactividad, retroalimentación inmediata, adaptabilidad).
    - Ejemplos de implementación y estudios relevantes.
  + **Fundamentos Pedagógicos en la Enseñanza de Programación**
    - Teorías del constructivismo y andamiaje.
    - Metodologías adaptativas para enfrentar la curva de aprendizaje.
  + **Integración Tecnológica en el Ámbito Universitario**
    - Contexto tecnológico y educativo de la Universidad Icesi.
    - Impacto en la retención, el rendimiento académico y la formación de competencias tecnológicas.
* **Jerarquía de Ideas**
  + **Nivel General:** Contextualización del uso de la IA y el PLN en la educación.
  + **Nivel Intermedio:** Exploración de cómo estas tecnologías se aplican específicamente en sistemas de tutoría inteligente y en el proceso de enseñanza de la programación.
  + **Nivel Específico:** Análisis detallado de la relevancia de cada concepto, la relación entre ellos y su aplicación en el entorno académico de la Universidad Icesi.
* **Definición de Conceptos**
  + **Inteligencia Artificial:** Tecnología que permite a los sistemas aprender y adaptarse a partir de datos e interacciones. Se utiliza para mejorar la personalización y la eficiencia en la educación.
  + **Procesamiento de Lenguaje Natural:** Rama de la IA enfocada en la interacción entre las computadoras y el lenguaje humano, fundamental para el análisis sintáctico y semántico en entornos de tutoría.
  + **Sistemas de Tutoría Inteligente:** Plataformas que proporcionan retroalimentación inmediata y adaptativa a los estudiantes, basadas en análisis de datos y modelos de aprendizaje automático.
  + **Constructivismo y Andamiaje:** Teorías pedagógicas que enfatizan la construcción activa del conocimiento a través de la experiencia y la guía progresiva.
* **Relación entre Conceptos**
  + La **IA** y el **PLN** se combinan para crear sistemas capaces de comprender y responder a las necesidades específicas de cada estudiante, facilitando la detección y corrección de errores en tiempo real.
  + Los **sistemas de tutoría inteligente** se apoyan en estos conceptos tecnológicos para ofrecer una experiencia educativa personalizada, que se alinea con teorías pedagógicas como el **constructivismo** y el **andamiaje**.
  + La **integración tecnológica** en entornos educativos, como el de la Universidad Icesi, refuerza la implementación de estos sistemas, mejorando la interacción entre docentes y estudiantes y elevando el rendimiento académico.
* **Teorías Relevantes**
  + **Constructivismo:** Postula que el aprendizaje se construye activamente a través de la experiencia. El tutor inteligente fomenta la construcción del conocimiento mediante la resolución de problemas y la retroalimentación contextualizada.
  + **Teoría del Andamiaje:** Basada en la idea de que el aprendizaje se facilita con una guía progresiva, permitiendo al estudiante abordar desafíos graduales que están inicialmente fuera de su zona de confort.
  + **Enfoques de Aprendizaje Automático y Sistemas Expertos:** Estas teorías respaldan el desarrollo de herramientas que adaptan sus respuestas y estrategias de enseñanza en función de la evolución del desempeño del estudiante.
* **Antecedentes del Estudio**
  + Diversos estudios han evidenciado la eficacia de la **IA en la educación**, demostrando que la personalización y la retroalimentación inmediata pueden aumentar la motivación y mejorar el rendimiento académico.
  + Investigaciones en **sistemas de tutoría inteligente** han documentado mejoras en la retención de conocimientos y en la disminución de la curva de aprendizaje en áreas complejas como la programación.
  + Estudios previos en **educación tecnológica** y publicaciones indexadas en revistas de IEEE y ACM proporcionan un marco teórico robusto que respalda la aplicación de estas tecnologías en contextos educativos similares al de la Universidad Icesi.

**Extensión máxima: 3 páginas**

## Estado del arte

Es una investigación documental que tiene como objetivo revisar y analizar el **conocimiento acumulado alrededor del problema**, y evidenciar cuál es el estado actual de la solución a un problema.

El estado del arte, permite al investigador a partir de una compresión crítica de la documentación encontrada, conocer la forma como ha sido tratado el problema y su solución, y determinar el avance que se ha logrado en el momento de realizar la investigación.

El investigador empieza a preguntarse **¿Cómo se ha resuelto el problema?, ¿Qué aspectos técnicos, económicos, culturales, normativos, estándares, se han tenido en cuenta?**

En esta sección, se identifican, **caracterizan y analizan diferentes alternativas de solución, propuestas previamente por otros investigadores o ingenieros.** Para esto, el estudiante deberá citar las fuentes correspondientes y argumentar efectivamente las razones por las que estas propuestas no dan solución al problema planteado en su anteproyecto.

* Esta sección corresponde a un primer acercamiento a propuestas previas de solución del problema. Resalte -en cada una de ellas- sus ventajas y desventajas.
* Se debe indicar, en forma clara, por qué las propuestas y soluciones revisadas no sirven en el contexto de estudio y por qué no resuelven la pregunta planteada en su proyecto de investigación.
* Emplee referencias bibliográficas serias: IEEE, ACM, Libros acreditados, Grupos de investigación de universidades top.
* Si emplea referencias online, utilice aquellas que pertenezcan a: Organizaciones gubernativas y mundiales: ITU, ONU, Gobierno Central.
* Sea escéptico en la lectura de artículos, revistas, capítulos demasiado radicales, o literatura gris.
* Revise congresos, seminarios, etcétera.

**Extensión máxima: 3 páginas**

## Metodología

En esta sección el estudiante formula la metodología de ingeniería para dar solución al problema propuesto, soportada con referentes propios de la profesión (marcos de referencia, estándares, modelos de procesos, entre otros), e incluyendo la metodología de trabajo con el tutor, los riesgos y las restricciones de recursos y tiempo establecidas.

La metodología debe reflejar la **estructura lógica del proceso de desarrollo,** indicando cómo será el proceso desde la recolección de los datos, la organización, sistematización, y análisis de la información, hasta la forma como se van a interpretar y presentar los resultados. La metodología definida debe reflejar la articulación entre los objetivos, el proyecto y los procedimientos para cumplir dichos objetivos.

Tenga en cuenta que el **diseño metodológico es la base para planificar todas las actividades que demanda el proyecto y para determinar los recursos humanos y financieros requeridos**, por tanto, una metodología vaga o imprecisa no brinda elementos para evaluar la pertinencia de los recursos solicitados.

La metodología presenta las siguientes características

* Define y explica la selección de la estrategia adoptada para responder al problema planteado y además explica el **“cómo”** va a realizar la investigación.
* La metodología debe **detallar y explicar** las razones por las cuales se realiza la investigación de una manera específica y no otra, debe mostrar bien en forma cualitativa o cuantitativa las bondades de la metodología seleccionada.
* Debe ser clara y específica, elaborando detalladamente como se espera generar los ‘datos’ requeridos para responder a la pregunta de investigación y que permiten obtener los resultados y/o productos que finalmente se contrastan con los objetivos específicos y el general.
* **La metodología está estrechamente relacionada con el tiempo de ejecución del proyecto, por lo cual a cada fase se le debe asignar un tiempo de duración.**

### Esquema de trabajo

En caso de que aplique detallar el grupo de personas requeridas para el desarrollo del proyecto, indicando sus roles y funciones respectivas.

### Fases de desarrollo del proyecto

De acuerdo a la metodología definida explicitar las fases de desarrollo del proyecto, las cuales deben guardar estrecha relación con los objetivos específicos.

### Análisis de riesgos y limitaciones

Explicitar los riesgos y limitaciones que pueden afectar el alcance, cronograma, presupuesto y calidad del proyecto.

### Cronograma del proyecto

Describe las actividades del proyecto con sus respectivas fechas de inicio y terminación, de manera que las tareas se deriven de forma coherente de los objetivos específicos del proyecto.

Identifica los resultados o entregables de nivel operativo, los recursos y responsables asociados a cada tarea y la ruta crítica del proyecto. Emplea un diagrama de Gantt claro y legible para la presentación del cronograma.

Las actividades:

* Deben derivarse de los objetivos específicos y, por tanto, ser más detalladas que éstos.
* Deben contribuir al logro de cada uno de los objetivos específicos, y en conjunto, deben lograr el objetivo general.
* Deben ser medibles. Es decir, deben producir un conjunto de resultados o entregables de nivel operativo asociados al objetivo u objetivos correspondientes.

### Presupuesto

En caso de que aplique, detallar el presupuesto requerido para desarrollar el proyecto, con una explicación clara y precisa de por qué se requiere él o los recursos solicitados.

## Contribución y resultados del proyecto de grado

Describe los **aportes y los impactos del proyecto** con respecto a la solución del problema formulado, como contribuyen al desarrollo de capacidades del investigador, a otras áreas del conocimiento (si hay lugar), a las organizaciones y a la sociedad en general.

Esta sección también describe los resultados esperados con sus correspondientes entregables de forma coherente con los objetivos específicos establecidos para el proyecto. **Cada resultado con sus entregables debe corresponder a al menos un objetivo del proyecto de grado**, de lo contrario se entenderá que el objetivo no se ha cumplido.

### Aportes relacionados con el objeto del proyecto

### Aportes relacionados con el desarrollo de capacidades del investigador

### Resultados y entregables

Por cada objetivo específico se espera un resultado con su respectivo entregable. Las conclusiones normalmente se derivan a partir de los objetivos específicos.

**Extensión máxima: 4 páginas**

## Anexos

En esta sección colocar todos aquellos anexos (tablas, figuras, gráficos, *frameworks*, códigos, etcétera) que el autor considera pueden ayudar a dar claridad a alguna idea o concepto expresado en el documento.

Colocar los anexos correspondientes a: análisis de participación, árbol de problemas, árbol de objetivos.

## Referencias bibliográficas

Debe incluirse todas las referencias bibliográficas, actuales y pertinentes, de los libros, artículos, normas, estándares y demás documentos que cubran el estado del arte y el marco teórico que se han planteado en el documento.

Tanto en el anteproyecto como en el trabajo de grado cuando se relacionen en las referencias bibliográficas, artículos, libros, documentos disponibles en internet, figuras, tablas, y en general cualquier documento existente, se debe dar el respectivo crédito a los autores siguiendo las normas definidas para hacer referencias bibliográficas, por Ej.: IEEE, ACM, APA, etcétera

## ¿Por qué hacer una revisión bibliográfica?

* Garantizar que el investigador se ha documentado correctamente y, la construcción de su documento esta soportado en investigaciones rigurosas.
* Identificar las fuentes originales relacionadas con el trabajo de investigación, los métodos y técnicas pro­venientes de investigaciones, estudios y experiencias anteriores.
* Apoyar los hechos y opiniones que el autor quiere expresar.
* Orientar al lector interesado a informarse con mayor detalle sobre as­pectos del contenido del documento.
* Permitir que, a partir de la revisión bibliográfica, otros autores puedan investigar otros aspectos subyacentes de una determinada investigación.
* No investigar lo ya investigado.

### Herramientas para la revisión bibliográfica

1. <https://parsif.al/>
2. ScientoPy:  <https://github.com/jpruiz84/ScientoPy>,
3. <https://www.youtube.com/watch?v=rwYO6XVY-fI>.
4. SciMAT:  <https://sci2s.ugr.es/scimat/>
5. [https://www.mdpi.com/2227-7102/14/12/1406#:~:text=significant%20increase%20in%20student%20motivation,as%20Spain%2C%20Colombia%20and%20China](https://www.mdpi.com/2227-7102/14/12/1406" \l ":~:text=significant%20increase%20in%20student%20motivation,as%20Spain%2C%20Colombia%20and%20China)
6. [https://www.astesj.com/v05/i06/p203/#:~:text=The%20learning%20difficulties%20of%20Object,is%20determined%20by%20the%20study](https://www.astesj.com/v05/i06/p203/" \l ":~:text=The%20learning%20difficulties%20of%20Object,is%20determined%20by%20the%20study)

## ¿Gestores bibliográficos?

Los gestores bibliográficos son programas que permiten crear una base de datos de referencias bibliográficas para utilización personal. Estas referencias se pueden utilizar para crear las citas y la bibliografía en los trabajos de investigación.

Se recomienda utilizar gestores de referencias bibliográficas como**: RefWork, BibTex (Latex), EndNote, Mendeley, CiteUlite, Zotero,**

**NOTA IMPORTANTE:** Revisar los documentos *IEEE References y Citaciones con APA* que se encuentran en la plataforma Moodle para una guía detallada sobre cómo incluir las distintas referencias bibliográficas en el documento final.