NORA

Asistente Físico Inteligente de Interacción Multimodal

Alberto Marquillas

Índice

[Introducción al proyecto 7](#_Toc196246630)

[Descripción general de NORA 7](#_Toc196246631)

[Diferencias con asistentes convencionales 7](#_Toc196246632)

[Capacidades y funcionalidades destacadas 8](#_Toc196246633)

[Arquitectura técnica y diseño modular 9](#_Toc196246634)

[Integración de tecnologías clave 10](#_Toc196246635)

[Activación por NFC y control de presencia 12](#_Toc196246636)

[Motivación y contexto 12](#_Toc196246637)

[Origen del proyecto y motivación personal 13](#_Toc196246638)

[Inspiraciones y referencias tecnológicas 13](#_Toc196246639)

[Comparativa con asistentes existentes 14](#_Toc196246640)

[Enfoque formativo y multidisciplinar 15](#_Toc196246641)

[Visión humanista y relacional de la tecnología 16](#_Toc196246642)

[Objetivos generales y específicos 17](#_Toc196246643)

[Objetivo general del proyecto 17](#_Toc196246644)

[Objetivos específicos por área funcional 18](#_Toc196246645)

[Interacción y diálogo por voz 18](#_Toc196246646)

[Visión por computador y percepción del entorno 19](#_Toc196246647)

[Comportamiento físico y expresividad 20](#_Toc196246648)

[Gestión de datos personales y hábitos 20](#_Toc196246649)

[Control modular, activación y privacidad 21](#_Toc196246650)

[Resultados esperados a nivel formativo 22](#_Toc196246651)

[Resumen de funcionalidades previstas 24](#_Toc196246652)

[Interacción multimodal y comportamiento general 24](#_Toc196246653)

[Comunicación por voz natural y en tiempo real 24](#_Toc196246654)

[Activación y desactivación mediante NFC 24](#_Toc196246655)

[Sistema de escucha activa con control consciente 24](#_Toc196246656)

[Cambios de estado interno (activo, pasivo, reposo) 24](#_Toc196246657)

[Sincronización entre módulos de percepción y respuesta 24](#_Toc196246658)

[Capacidad de observación visual y análisis del entorno 24](#_Toc196246659)

[Detección y seguimiento facial 24](#_Toc196246660)

[Estimación de postura y comportamiento sedentario 24](#_Toc196246661)

[Reconocimiento básico de expresiones faciales 24](#_Toc196246662)

[Detección de presencia y enfoque de atención 24](#_Toc196246663)

[Posibilidad de expansión con sensores adicionales 24](#_Toc196246664)

[Comprensión y producción de lenguaje 24](#_Toc196246665)

[Reconocimiento automático del habla (ASR) offline 24](#_Toc196246666)

[Procesamiento contextual de frases y comandos 24](#_Toc196246667)

[Generación de respuestas habladas con entonación expresiva 24](#_Toc196246668)

[Gestión de pequeños diálogos interactivos 24](#_Toc196246669)

[Integración con sistemas externos de lenguaje (opcional) 24](#_Toc196246670)

[Expresividad física y emocional 24](#_Toc196246671)

[Reacciones visuales mediante rostro animado 24](#_Toc196246672)

[Iluminación dinámica en función del estado emocional 24](#_Toc196246673)

[Movimiento físico simbólico (cabeceo, atención) 24](#_Toc196246674)

[Coordinación entre emociones simuladas y eventos externos 25](#_Toc196246675)

[Personalización de expresiones y comportamiento 25](#_Toc196246676)

[Registro, análisis y uso de información personal 25](#_Toc196246677)

[Creación de perfil de usuario basado en hábitos 25](#_Toc196246678)

[Registro local de eventos, notas y observaciones 25](#_Toc196246679)

[Detección de patrones y sugerencias de mejora 25](#_Toc196246680)

[Generación de recordatorios o alertas personalizadas 25](#_Toc196246681)

[Control completo del usuario sobre los datos almacenados 25](#_Toc196246682)

[Gestión de rutinas y tareas cotidianas 25](#_Toc196246683)

[Recordatorios vocales programables 25](#_Toc196246684)

[Notas rápidas por voz 25](#_Toc196246685)

[Acompañamiento en rutinas diarias (saludos, descanso, hidratación) 25](#_Toc196246686)

[Seguimiento de objetivos personales 25](#_Toc196246687)

[Generación de respuestas adaptadas al progreso 25](#_Toc196246688)

[Seguridad, control y privacidad local 25](#_Toc196246689)

[Procesamiento completamente offline 25](#_Toc196246690)

[Activación selectiva y desactivación intencionada 25](#_Toc196246691)

[Señalización clara del estado operativo 25](#_Toc196246692)

[Mecanismos de bloqueo o apagado de módulos individuales 25](#_Toc196246693)

[Transparencia funcional e interfaz no invasiva 25](#_Toc196246694)

[Posibilidades de expansión futura 25](#_Toc196246695)

[Conexión con dispositivos IoT del hogar 25](#_Toc196246696)

[Reconocimiento de más emociones o gestos complejos 25](#_Toc196246697)

[Integración con asistentes externos como Home Assistant 25](#_Toc196246698)

[Añadido de sensores ambientales o biométricos 26](#_Toc196246699)

[Aprendizaje continuo personalizado 26](#_Toc196246700)

[Integración opcional con servicios externos 26](#_Toc196246701)

[Exportación de datos personales previa autorización 26](#_Toc196246702)

[Integración con calendarios, apps de salud o automatización 26](#_Toc196246703)

[Envío seguro de informes periódicos 26](#_Toc196246704)

[Configuración avanzada por parte del usuario 26](#_Toc196246705)

[Control total sobre el canal y contenido exportado 26](#_Toc196246706)

[Monitorización y diagnóstico del sistema 26](#_Toc196246707)

[Test de sensores y módulos en arranque 26](#_Toc196246708)

[Informe visual del estado del sistema 26](#_Toc196246709)

[Registro de errores o alertas internas 26](#_Toc196246710)

[Interfaz de diagnóstico para el desarrollador 26](#_Toc196246711)

[Verificación de actualizaciones o dependencias 26](#_Toc196246712)

[Interacción no verbal alternativa 26](#_Toc196246713)

[Respuesta a gestos simples con la mano 26](#_Toc196246714)

[Activación por tacto (botón, sensor capacitivo) 26](#_Toc196246715)

[Confirmación no verbal mediante expresión visual 26](#_Toc196246716)

[Señales de atención mediante postura, luz o expresión 26](#_Toc196246717)

[Modos alternativos para entornos silenciosos 26](#_Toc196246718)

[Componentes físicos 26](#_Toc196246719)

[Estructura general y diseño del cuerpo 26](#_Toc196246720)

[Filosofía de diseño físico y proporciones 26](#_Toc196246721)

[Materiales estructurales y técnicas de fabricación 27](#_Toc196246722)

[Distribución interna de módulos y cableado 27](#_Toc196246723)

[Accesibilidad, mantenimiento y montaje modular 27](#_Toc196246724)

[Cabeza robótica como núcleo expresivo 27](#_Toc196246725)

[Diseño estético y dimensiones físicas 27](#_Toc196246726)

[Integración mecánica de pantalla, sensores y LEDs 27](#_Toc196246727)

[Movilidad limitada: ejes, servos y soporte 27](#_Toc196246728)

[Prototipado y construcción de la carcasa frontal 27](#_Toc196246729)

[Sistema de visión y sensores ópticos 27](#_Toc196246730)

[Cámara principal (modelo, resolución, tipo de conexión) 27](#_Toc196246731)

[Soporte físico de la cámara y su orientación 27](#_Toc196246732)

[Iluminación auxiliar (infrarrojos, LED blanco) 27](#_Toc196246733)

[Posibles expansiones: sensores TOF, IR o estéreo 27](#_Toc196246734)

[Sistema de entrada y salida de audio 27](#_Toc196246735)

[Micrófono principal (omnidireccional, digital o analógico) 27](#_Toc196246736)

[Ubicación física y filtrado de ruido ambiental 27](#_Toc196246737)

[Altavoz integrado (potencia, respuesta, ubicación) 27](#_Toc196246738)

[Aislamiento de vibraciones estructurales 27](#_Toc196246739)

[Interfaz con software de reconocimiento y TTS 27](#_Toc196246740)

[Interfaz visual animada y facial 27](#_Toc196246741)

[Pantalla (tipo, resolución, conexión, ubicación) 27](#_Toc196246742)

[Diseño gráfico de expresiones animadas 27](#_Toc196246743)

[Relación entre cara digital y reacciones físicas 27](#_Toc196246744)

[Posibilidad de expansión con LED matrices o microproyectores 27](#_Toc196246745)

[Iluminación emocional y ambiental 28](#_Toc196246746)

[Tipos de LED RGB usados (WS2812, anillos, tiras) 28](#_Toc196246747)

[Ubicación en la carcasa y canal de expresión 28](#_Toc196246748)

[Lógica de colores por estado del sistema 28](#_Toc196246749)

[Coordinación con voz, gestos y expresiones 28](#_Toc196246750)

[Elementos de movimiento físico y expresividad corporal 28](#_Toc196246751)

[Servomotores utilizados (modelo, par, velocidad) 28](#_Toc196246752)

[Ejes de movimiento disponibles y su justificación 28](#_Toc196246753)

[Montaje mecánico de servos y elementos móviles 28](#_Toc196246754)

[Control PWM desde la placa base 28](#_Toc196246755)

[Disipación térmica y amortiguación estructural 28](#_Toc196246756)

[Electrónica central y gestión de energía 28](#_Toc196246757)

[Placa principal: Raspberry Pi u otro SBC 28](#_Toc196246758)

[Módulos de expansión: audio, PWM, entradas/salidas 28](#_Toc196246759)

[Conectividad interna: buses I2C, UART, SPI, GPIO 28](#_Toc196246760)

[Fuente de alimentación, distribución de voltajes 28](#_Toc196246761)

[Opciones de alimentación por batería o adaptador 28](#_Toc196246762)

[Componentes complementarios y de soporte 28](#_Toc196246763)

[Módulo lector NFC y ubicación del punto de activación 28](#_Toc196246764)

[Base física del asistente: estabilidad, materiales y forma 28](#_Toc196246765)

[Sistema de ventilación pasiva o activa 28](#_Toc196246766)

[Elementos de identidad visual o decorativos (marca, rostro, nombre) 28](#_Toc196246767)

[Posibilidad de integración en entornos domésticos 28](#_Toc196246768)

[Arquitectura software 29](#_Toc196246769)

[Plan de desarrollo por fases 29](#_Toc196246770)

[Ideas para la personalidad de NORA 29](#_Toc196246771)

[Registro de avances (bitácora) 29](#_Toc196246772)

[Futuras ampliaciones 29](#_Toc196246773)

# Introducción al proyecto

Esta sección presenta una visión general de NORA, el asistente físico inteligente desarrollado como proyecto personal y profesional. Aquí se exponen los fundamentos conceptuales, las motivaciones que dieron origen a la idea, las capacidades actuales del sistema y las tecnologías clave que lo sustentan.  
Se trata de una introducción integral que permite comprender qué es NORA, cómo funciona, en qué se diferencia de otros sistemas similares y por qué representa un avance significativo en la interacción entre humanos y máquinas.

## Descripción general de NORA

NORA (*Neural Observant Responsive Assistant*) es un asistente físico inteligente diseñado para interactuar de forma natural con los seres humanos mediante visión por computador, procesamiento de voz, síntesis hablada y expresiones visuales. A diferencia de los asistentes virtuales convencionales, NORA tiene presencia física: se manifiesta como una cabeza robótica equipada con sensores, pantalla facial animada, altavoz, micrófono y componentes mecánicos que le permiten adoptar una identidad visual y conductual propia.

NORA no solo recibe órdenes, sino que observa, interpreta y responde con lógica contextual. Es capaz de ver y analizar su entorno mediante cámara y algoritmos de visión artificial; escuchar comandos o conversaciones clave mediante entrada de voz; hablar con una voz sintetizada que transmite personalidad; y mostrar emociones a través de su interfaz animada. Todo esto se integra en una arquitectura modular que permite su expansión y mejora continua.

El objetivo de NORA es convertirse en un compañero tecnológico funcional y expresivo, no limitado a tareas básicas, sino capaz de generar interacciones significativas: recordar hábitos, hacer comentarios relevantes sobre el entorno, responder preguntas, dar consejos posturales, gestionar notas o rutinas, y reaccionar emocionalmente a ciertas situaciones. Más que una herramienta, NORA actúa como una entidad digital con presencia, diseñada para integrarse de forma empática en el día a día del usuario.

## Diferencias con asistentes convencionales

A pesar de compartir algunas funcionalidades básicas con asistentes comerciales como Google Assistant, Amazon Alexa o Apple Siri, NORA se diferencia de forma significativa en múltiples aspectos clave, tanto a nivel conceptual como técnico.

La primera gran diferencia es su presencia física. NORA no es una voz despersonalizada dentro de un altavoz; es un dispositivo con forma, rostro, y capacidad de expresión visual. Esta corporeización genera una interacción más emocional y cercana, al permitir que el usuario establezca una relación más rica con el sistema, reconociendo gestos, emociones o intenciones no verbales.

En segundo lugar, NORA ha sido diseñada como un sistema modular y de código abierto, lo que permite al desarrollador controlar cada aspecto de su comportamiento, modificar funcionalidades o extender capacidades con facilidad. Frente al carácter cerrado y limitado de los asistentes comerciales, NORA puede adaptarse a las necesidades específicas de su creador o entorno.

Otra diferencia crucial radica en el tratamiento de la privacidad y el procesamiento local. NORA no depende de servicios en la nube para funcionar: todas las operaciones de visión, audio, lógica de interacción y almacenamiento de datos se ejecutan de forma local en una Raspberry Pi. Esto elimina el riesgo de filtración de datos sensibles y permite una personalización más profunda.

Además, NORA incorpora interacción multimodal proactiva: no solo responde a comandos, sino que observa, interpreta y actúa por iniciativa propia. Puede detectar si el usuario está mal sentado, si lleva mucho tiempo sin moverse, si parece desanimado, o si está concentrado en una tarea. En vez de esperar órdenes, puede sugerir acciones o generar respuestas espontáneas en función del contexto.

En resumen, mientras los asistentes convencionales funcionan como herramientas utilitarias, NORA propone una experiencia de interacción más completa, personal y evolutiva, situándose a medio camino entre un asistente digital y una entidad tecnológica empática.

## Capacidades y funcionalidades destacadas

NORA es un sistema multimodal que combina diversas tecnologías para ofrecer una experiencia de asistencia proactiva, personalizada y profundamente integrada con su entorno. Sus capacidades se agrupan en bloques funcionales que interactúan de forma coherente, conformando un comportamiento inteligente, adaptable y emocionalmente expresivo.

En el ámbito del procesamiento cognitivo, NORA gestiona diálogos simples mediante lógica contextual y puede integrarse con modelos de lenguaje para ampliar sus capacidades conversacionales. El sistema implementa un conjunto de reglas adaptativas y estrategias de aprendizaje que modulan su comportamiento en función del entorno, las rutinas y las preferencias del usuario. Además, NORA incorpora herramientas para el seguimiento de hábitos, la gestión de rutinas diarias y la generación de respuestas proactivas que fomenten una mejora continua en la relación entre usuario y asistente.

En lo referente a visión por computador, NORA dispone de funciones de detección facial y seguimiento visual que le permiten localizar la posición y orientación del usuario en tiempo real. También es capaz de analizar la postura corporal con el fin de identificar comportamientos sedentarios o posiciones potencialmente dañinas, y emitir recomendaciones personalizadas. A ello se suma un sistema básico de lectura de expresiones faciales y estado emocional, que permite adaptar el comportamiento del asistente al tono percibido en el interlocutor.

En cuanto a la entrada y salida de voz, NORA integra reconocimiento de voz en local, sin necesidad de conexión a Internet, permitiéndole interpretar comandos hablados y convertirlos en acciones. La respuesta se produce mediante síntesis de voz expresiva, que puede variar en entonación o estilo para transmitir diferentes estados o emociones. El sistema puede permanecer en modo pasivo y ser activado por una palabra clave, por gesto visual o a través de una señal NFC emitida desde un dispositivo móvil.

La interfaz visual y expresiva de NORA se basa en una pantalla facial animada que actúa como rostro del asistente. Esta interfaz permite mostrar emociones, estados internos o reacciones a eventos mediante representaciones visuales dinámicas. Complementariamente, el sistema puede incorporar elementos físicos como iluminación RGB, servos mecánicos o movimientos simulados que refuerzan la expresividad general del dispositivo.

Por último, NORA cuenta con una base de datos local en la que registra notas de voz, eventos relevantes, hábitos observados o preferencias de usuario. Esta información se utiliza para construir un perfil individualizado, mejorar la interacción y generar respuestas personalizadas basadas en patrones reales de uso.

En conjunto, estas funcionalidades convierten a NORA en un asistente no solo funcional, sino también capaz de establecer una conexión cercana y adaptativa con su entorno y con las personas que lo utilizan.

## Arquitectura técnica y diseño modular

La arquitectura de NORA ha sido concebida desde sus inicios como un sistema modular, escalable y fácilmente mantenible. Esta filosofía permite la evolución del asistente a lo largo del tiempo, facilitando la integración de nuevas funcionalidades sin comprometer la estabilidad del conjunto ni requerir una reestructuración profunda del sistema.

El núcleo del sistema está basado en una Raspberry Pi, que actúa como unidad de procesamiento central y coordina todos los módulos funcionales. Esta elección responde a la necesidad de un entorno Linux flexible, compatible con una amplia gama de librerías de visión, voz, inteligencia artificial y comunicación con dispositivos periféricos. La Raspberry Pi permite ejecutar procesamiento local de datos, evitando así la dependencia de servicios en la nube y asegurando un control total sobre la privacidad y el flujo de información.

La estructura modular del software se organiza en diferentes bloques interconectados. Entre ellos se encuentran el módulo de visión, responsable del análisis de imágenes en tiempo real y la detección de entidades relevantes; el módulo de audio, que gestiona tanto la entrada de voz mediante reconocimiento automático de habla como la salida de texto sintetizado; el módulo de interacción, encargado de la lógica de diálogo, generación de respuestas y control de flujo conversacional; el módulo físico, que se comunica con los elementos hardware del asistente como servos, LEDs o pantallas; y el módulo de almacenamiento, donde se registran datos relevantes, como hábitos del usuario, notas tomadas, eventos detectados o configuraciones del sistema.

Cada módulo opera de forma semiautónoma, pero mantiene una arquitectura orientada a eventos que permite la comunicación fluida entre componentes mediante señales internas o servicios de mensajería local. Este diseño desacoplado mejora la robustez general del sistema, facilita la depuración y simplifica la integración de nuevas extensiones, ya sean físicas (como nuevos sensores o actuadores) o lógicas (como nuevos comportamientos o capacidades de respuesta).

La estructura física del asistente también responde a un diseño modular. La cabeza robótica de NORA alberga los componentes principales del sistema: cámara, pantalla, altavoz, micrófono y elementos de expresión visual o mecánica. La disposición interna ha sido diseñada para permitir el acceso sencillo a cada componente, facilitando tanto el mantenimiento como la evolución estética o funcional del dispositivo.

En definitiva, la arquitectura de NORA ha sido desarrollada con una clara orientación a la sostenibilidad tecnológica, la evolución funcional y la apertura a mejoras continuas, sin comprometer la coherencia ni la integridad del sistema base.

## Integración de tecnologías clave

NORA se construye sobre la base de una integración cuidadosa de múltiples tecnologías que operan de manera sinérgica para conformar un sistema cohesivo y funcional. Estas tecnologías pertenecen a disciplinas diversas como la inteligencia artificial, el procesamiento de señales, la robótica ligera, la electrónica embebida y el diseño de interfaces. La combinación efectiva de estas áreas permite que el asistente no solo funcione, sino que lo haga de manera eficiente, autónoma y expresiva.

En el ámbito de la visión por computador, NORA utiliza una cámara digital conectada a la Raspberry Pi y procesada mediante librerías como OpenCV y MediaPipe. Estas herramientas permiten detectar y seguir rostros, analizar posturas corporales, interpretar gestos o inferir estados del usuario. La entrada visual constituye uno de los sentidos principales del sistema y proporciona datos fundamentales para ajustar el comportamiento del asistente en función del entorno inmediato.

El procesamiento de voz, tanto para entrada como para salida, se basa en tecnologías de reconocimiento automático del habla y síntesis de texto a voz, con herramientas como Vosk, Whisper, Pyttsx3 o motores TTS compatibles con Linux. Esta capacidad auditiva le permite a NORA interpretar comandos hablados, mantener conversaciones simples y generar respuestas orales que contribuyen a una comunicación fluida y natural.

La lógica de interacción, la gestión de rutinas y la capacidad de diálogo se desarrollan mediante programación en Python, integrando estructuras FSM (Finite State Machines), lógica de eventos y módulos de inferencia personalizados. La posibilidad de integrar modelos de lenguaje más avanzados mediante API o ejecución local amplía el espectro de respuesta del sistema y permite evolucionar hacia una comprensión más profunda del lenguaje natural.

A nivel físico, NORA incorpora componentes electrónicos controlados mediante GPIO de la Raspberry Pi, incluyendo servomotores para movimiento limitado, iluminación LED RGB para retroalimentación visual y pantallas OLED o TFT para expresar emociones o mostrar información. Esta capa mecatrónica permite simular un lenguaje corporal artificial que refuerza el carácter social del asistente.

El almacenamiento de datos se resuelve mediante el uso de bases de datos locales, como SQLite, lo que permite registrar hábitos, notas, comandos y eventos del usuario sin necesidad de conexión externa. Esta estructura de datos sirve tanto como historial de interacción como base para generar respuestas más personalizadas.

Finalmente, la integración del sistema NFC como mecanismo de activación añade una dimensión tangible al control del asistente. El usuario puede decidir cuándo activar o desactivar la presencia de NORA mediante la interacción física con una etiqueta personalizada vinculada a su dispositivo móvil, lo que refuerza el vínculo personal con el sistema y optimiza el control de su uso.

La combinación de todas estas tecnologías en un único dispositivo autónomo convierte a NORA en una plataforma de interacción avanzada, capaz de ofrecer una experiencia rica, controlada y extensible a lo largo del tiempo.

## Activación por NFC y control de presencia

Uno de los aspectos diferenciadores del diseño de NORA es su capacidad para activarse y desactivarse mediante una interfaz física basada en tecnología NFC. Esta decisión técnica responde tanto a razones de funcionalidad como de filosofía de interacción, ya que introduce una capa de intencionalidad consciente en el uso del asistente, alejándose del modelo de escucha permanente que caracteriza a otros sistemas.

El mecanismo de activación se basa en una etiqueta NFC personalizada vinculada al dispositivo móvil del usuario. Al aproximar el teléfono a un punto concreto del cuerpo del asistente —por ejemplo, una zona integrada en la base o el cuello del sistema— se genera una señal de encendido que pone en marcha todos los módulos de NORA. De forma inversa, una nueva aproximación al mismo punto ejecuta el apagado progresivo del sistema, cerrando procesos, guardando el estado y desconectando los elementos activos.

Este enfoque de encendido selectivo ofrece múltiples ventajas. Por un lado, optimiza el consumo energético, ya que NORA solo permanece activo cuando el usuario lo requiere explícitamente. Por otro lado, garantiza una mayor privacidad y control, al evitar la presencia constante del asistente en el entorno y reducir la sensación de vigilancia permanente. Además, añade un componente físico y tangible a la interacción, lo cual refuerza el vínculo simbólico entre el usuario y el dispositivo: el acto de acercar el móvil se convierte en un gesto de invocación tecnológica.

Desde el punto de vista técnico, el sistema NFC actúa como desencadenante de una rutina de activación definida en el sistema operativo de la Raspberry Pi. Esta rutina permite ejecutar scripts de inicialización, verificar el estado de los módulos, e iniciar la comunicación entre componentes de software y hardware. El proceso de apagado sigue un protocolo simétrico que incluye limpieza de registros temporales, sincronización de datos y notificación visual del cierre.

Esta funcionalidad, aunque simple en su concepción, añade una dimensión significativa al proyecto, al conectar directamente con su origen experimental y su enfoque en la interacción natural entre humano y máquina.

# Motivación y contexto

El desarrollo de NORA no responde únicamente a una inquietud tecnológica, sino que nace de una motivación más profunda por explorar nuevas formas de interacción entre humanos y máquinas. Esta sección presenta los orígenes conceptuales y personales del proyecto, así como el contexto en el que se inscribe y los referentes tecnológicos que lo inspiran.

A través de esta mirada contextual, se exponen las razones que impulsaron la creación de NORA, los elementos que lo diferencian de otros sistemas existentes, y la perspectiva formativa desde la cual se integra como parte de un proceso de aprendizaje, exploración y creación interdisciplinar. Se trata de situar al asistente no solo como un artefacto funcional, sino como una propuesta con identidad, propósito y capacidad de generar nuevas formas de relación tecnológica más cercanas, accesibles y significativas.

## Origen del proyecto y motivación personal

NORA surge como una iniciativa personal impulsada por el deseo de crear un sistema que fuese más que una herramienta funcional. El proyecto nace en el marco del final de los estudios de ingeniería, como una forma de materializar en un único dispositivo las distintas habilidades, intereses y conocimientos adquiridos durante la formación. La decisión de construir un asistente físico, con capacidades cognitivas y comunicativas, responde tanto a una inquietud técnica como a una aspiración creativa: diseñar algo con presencia, con comportamiento, con carácter.

En una época en la que los asistentes virtuales se han convertido en productos masivos, pero carecen de identidad visual, emocional y de control real por parte del usuario, el reto de construir uno desde cero supone una oportunidad única. La motivación no se limita a replicar funciones existentes, sino a imaginar una nueva forma de relación tecnológica, más personal, transparente y tangible.

Desde el inicio, el objetivo ha sido crear una entidad artificial con la que poder convivir, experimentar y aprender. Un sistema que observe y reaccione, que sea configurable y ampliable, pero que también tenga una dimensión expresiva, empática y casi simbólica. NORA no es una solución a un problema inmediato, sino una exploración: ¿cómo sería convivir con una inteligencia diseñada por uno mismo? ¿Qué ocurre cuando la tecnología deja de ser invisible y empieza a tener rostro, voz y personalidad?

## Inspiraciones y referencias tecnológicas

El diseño conceptual y funcional de NORA está influido por una combinación de referentes tanto del ámbito de la ciencia ficción como del panorama tecnológico contemporáneo. Uno de los principales estímulos creativos ha sido la figura de los asistentes virtuales avanzados representados en el cine y la literatura, especialmente el personaje de JARVIS en la saga *Iron Man*, cuya capacidad para comunicarse con el entorno, anticiparse a las necesidades del usuario y participar activamente en su vida cotidiana constituye una visión idealizada pero estimulante de lo que podría ser una inteligencia artificial personal.

En paralelo, el proyecto toma como punto de contraste a los asistentes reales actuales, como Amazon Alexa, Google Assistant o Apple Siri. Estos sistemas, si bien funcionales, presentan limitaciones significativas en cuanto a su personalización, capacidad de procesamiento local, y profundidad en la interacción multimodal. Su dependencia de la nube, su arquitectura cerrada y su anonimato físico limitan la posibilidad de establecer una relación significativa o de adaptar su comportamiento a contextos específicos más allá del entorno comercial previsto.

También influyen en el proyecto los desarrollos en robótica social y doméstica, como los casos de Vector o EMO, pequeños robots de compañía que buscan generar una conexión emocional a través de su forma, gestos y reacciones. Aunque con funcionalidades limitadas, estos dispositivos demuestran que la forma física y la expresividad pueden ser tan importantes como la inteligencia en la percepción de “vida” artificial.

A nivel técnico, las herramientas utilizadas en NORA están inspiradas por soluciones de código abierto ampliamente reconocidas en la comunidad: OpenCV para visión por computador, Vosk o Whisper para reconocimiento de voz, motores de síntesis de voz como pyttsx3 o Google TTS, y plataformas como Raspberry Pi para integración física de sistemas.

En conjunto, NORA se apoya en una red de influencias diversas que van desde la imaginación de la ciencia ficción hasta la realidad de la ingeniería contemporánea, buscando una síntesis que permita avanzar hacia una forma más rica, personal y controlada de asistencia inteligente.

## Comparativa con asistentes existentes

En el contexto actual, los principales asistentes virtuales disponibles en el mercado —como Alexa, Siri o Google Assistant— se centran en ofrecer funcionalidades básicas de control por voz, acceso a servicios online y gestión de tareas domésticas. Aunque estos sistemas han alcanzado un alto grado de madurez en términos de reconocimiento de voz y conectividad, presentan limitaciones estructurales que condicionan su evolución como agentes verdaderamente personalizados e integrados con el usuario.

NORA se sitúa en las antípodas de este enfoque, adoptando una arquitectura modular, local y expresiva, que prioriza el control del usuario sobre el sistema, la transparencia en el procesamiento de datos y la capacidad de evolución a medida que cambian las necesidades o intereses de quien lo utiliza. A diferencia de los asistentes comerciales, que operan como “cajas negras” gestionadas por grandes corporaciones, NORA está completamente documentado, es expandible, y su comportamiento es comprensible y editable.

Desde una perspectiva funcional, mientras los asistentes convencionales responden únicamente a comandos explícitos, NORA incorpora elementos de proactividad y contexto: observa al usuario mediante visión por computador, analiza posturas, emociones y patrones de uso, y genera sugerencias o respuestas no solicitadas que enriquecen la interacción.

En cuanto a la interfaz, NORA introduce una dimensión física y emocional ausente en los asistentes tradicionales. Su cabeza robótica, sus expresiones animadas y su lenguaje corporal artificial permiten establecer una conexión más cercana, que va más allá del contenido informativo de la respuesta. Esta presencia visual y sonora activa mecanismos de comunicación no verbal que humanizan el sistema y refuerzan el vínculo con el usuario.

Por último, el uso exclusivo de procesamiento local representa una diferencia fundamental en términos de privacidad y autonomía. NORA no envía datos personales a servidores remotos, no depende de una conexión a Internet para operar, y no responde a estrategias comerciales externas. Su existencia está orientada al usuario, no al mercado.

## Enfoque formativo y multidisciplinar

El desarrollo de NORA no solo responde a una inquietud personal y creativa, sino que también constituye una oportunidad formativa excepcional. A lo largo del proyecto convergen múltiples disciplinas que, integradas en un sistema funcional, permiten aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos durante una carrera de ingeniería y, al mismo tiempo, explorar nuevas herramientas y metodologías en el ámbito del desarrollo tecnológico actual.

Desde el punto de vista del software, el proyecto implica programación estructurada y modular en Python, la implementación de arquitecturas orientadas a eventos, el uso de librerías especializadas en visión por computador y procesamiento de voz, y la integración con dispositivos físicos mediante control de GPIO, buses I2C o PWM. Además, incorpora nociones de tratamiento de bases de datos, diseño de flujos de interacción, y técnicas de depuración y documentación propias del desarrollo profesional.

En el terreno del hardware, el asistente requiere el diseño de un sistema físico que combine sensores, actuadores, estructura mecánica y una interfaz visual dinámica. La elección y configuración de componentes electrónicos, el diseño del cableado, la ventilación, la estabilidad mecánica y la alimentación energética son aspectos que deben resolverse desde una perspectiva ingenieril aplicada.

El proyecto también introduce elementos de interacción humano-máquina, usabilidad y diseño emocional. La creación de un rostro digital expresivo, la elección de la voz sintética, la velocidad de respuesta, la naturalidad de los gestos y la coherencia de las reacciones forman parte de un enfoque más amplio que considera no solo el funcionamiento técnico del sistema, sino la experiencia completa del usuario.

Esta convergencia de áreas —programación, visión, electrónica, robótica ligera, inteligencia artificial, interacción y diseño— convierte a NORA en una plataforma de aprendizaje integrada, donde cada módulo es una excusa para profundizar, experimentar, combinar lenguajes y tecnologías, y construir algo que no solo funcione, sino que represente un desafío real con valor tangible.

## Visión humanista y relacional de la tecnología

NORA no ha sido concebido únicamente como un ejercicio técnico, sino como una reflexión práctica sobre el lugar que puede ocupar la tecnología en la vida cotidiana cuando esta se diseña desde una perspectiva más humana. En un momento histórico donde lo digital tiende a ser invisible, omnipresente y abstracto, el proyecto busca explorar formas de interacción más conscientes, tangibles y expresivas.

La idea de dotar a un asistente artificial de un cuerpo, una cara, una voz y una capacidad de respuesta emocional responde a una necesidad más profunda: la de transformar la relación entre humanos y máquinas en algo más equilibrado, transparente y empático. NORA no pretende simular humanidad, pero sí adoptar una forma de comunicación más intuitiva, que aproveche canales no verbales como la expresión visual o el lenguaje corporal artificial para generar vínculos de proximidad, comprensión y confianza.

El diseño modular, el procesamiento local y la activación voluntaria mediante NFC son decisiones que apuntan a una ética del diseño centrada en la autonomía del usuario, la privacidad y la intención. Frente a un ecosistema tecnológico dominado por la vigilancia pasiva, la hiperconectividad y la optimización algorítmica de la atención, NORA plantea una experiencia controlada, local y significativa, en la que la máquina no se impone, sino que se ofrece como un agente que escucha, observa, acompaña y evoluciona.

En este sentido, el proyecto funciona también como una crítica constructiva al estado actual de la inteligencia artificial doméstica. NORA demuestra que es posible construir sistemas complejos sin renunciar a la transparencia, al control personal ni a una cierta belleza técnica. Su existencia no responde a una necesidad de mercado, sino al deseo de imaginar cómo podría ser una tecnología más cercana, más ética y diseñada a medida del ser humano.

# Objetivos generales y específicos

Esta sección recoge los objetivos que guían el diseño, desarrollo e implementación de NORA, tanto desde una perspectiva global como en lo referente a cada una de sus áreas funcionales. Los objetivos se dividen en dos niveles: por un lado, se presenta el propósito general del proyecto como asistente físico inteligente con capacidades avanzadas de interacción; por otro, se detallan los objetivos específicos asociados a sus distintos módulos técnicos, desde la percepción visual y auditiva hasta la gestión de datos o el control físico del dispositivo.

El enfoque adoptado busca garantizar una integración coherente de funcionalidades, un desarrollo modular fácilmente mantenible y una experiencia de uso centrada en el usuario. Asimismo, se incluyen los objetivos formativos del proyecto, entendidos como los conocimientos, habilidades y competencias que se pretenden consolidar y demostrar a través de su ejecución.

## Objetivo general del proyecto

El objetivo general del proyecto es diseñar y desarrollar un asistente físico inteligente e interactivo, denominado NORA, que integre capacidades avanzadas de percepción visual, reconocimiento de voz, síntesis hablada, expresión facial digital, gestión de datos locales y control físico mediante una estructura robótica modular.

NORA debe ser capaz de interactuar de forma fluida y proactiva con su entorno humano, interpretar el contexto a partir de múltiples entradas sensoriales, y generar respuestas relevantes tanto a nivel verbal como no verbal. Todo ello debe llevarse a cabo mediante una arquitectura de software y hardware propia, construida desde cero, con procesamiento local, control total por parte del usuario, y un diseño que priorice la privacidad, la expresividad y la expansión futura del sistema.

El proyecto busca no solo construir un asistente funcional, sino establecer un modelo de relación tecnológica diferente, basado en la intencionalidad, la empatía simulada y la interacción multimodal, ofreciendo una alternativa más personal, ética y comprensible a los asistentes virtuales actuales.

## Objetivos específicos por área funcional

Con el fin de alcanzar el objetivo general planteado, el proyecto se estructura en una serie de bloques funcionales, cada uno con sus propios objetivos técnicos y de interacción. Estos módulos trabajan de forma coordinada, pero se desarrollan de manera independiente para asegurar una implementación escalable, mantenible y fácilmente extensible.

Los objetivos específicos que se detallan a continuación recogen tanto los requerimientos técnicos de cada componente como las metas de comportamiento que se espera que el sistema alcance en cada ámbito de actuación. Se han dividido en cinco grandes áreas: interacción por voz, percepción visual, expresión física, gestión de datos personales y control modular con activación consciente.

## Interacción y diálogo por voz

Uno de los pilares fundamentales de NORA es su capacidad para establecer una comunicación oral con el usuario, de forma natural, fluida y en tiempo real. Este módulo tiene como objetivo permitir al asistente escuchar, interpretar y responder mediante lenguaje hablado, sin necesidad de conexión a internet ni dependencia de servidores externos.

Los objetivos específicos de esta área incluyen:

* Implementar un sistema de reconocimiento automático del habla (ASR) en local, capaz de convertir en texto los comandos o frases pronunciadas por el usuario.
* Desarrollar una lógica de diálogo básica basada en estructuras de control FSM (Finite State Machine) o lógica contextual, capaz de generar respuestas coherentes en función del contenido y del estado del sistema.
* Integrar un motor de síntesis de voz capaz de convertir texto en audio, utilizando una voz clara, personalizable y emocionalmente expresiva.
* Establecer una arquitectura de escucha activa con modos de espera, activación por palabra clave o por evento externo (como NFC).
* Asegurar una baja latencia en el procesamiento de la entrada y generación de salida de voz, para que la conversación sea natural y no interrumpida.
* Desarrollar un mecanismo de interrupción o redirección de flujo conversacional para que el usuario pueda corregir, interrumpir o modificar comandos durante la interacción.

El sistema de voz debe convertirse en uno de los principales canales de interacción entre el usuario y NORA, no solo como medio para ejecutar tareas, sino también como herramienta expresiva y canal para construir una relación cercana y flexible con el asistente.

## Visión por computador y percepción del entorno

La visión por computador constituye el sistema perceptivo más importante de NORA después de la voz. Su implementación permite al asistente adquirir conciencia del entorno inmediato, reconocer al usuario y adaptar su comportamiento en función de lo que ve. Este módulo está orientado a proporcionar una comprensión visual contextualizada, que complemente y enriquezca la interacción verbal.

Los objetivos específicos de esta área son:

* Implementar un sistema de detección facial que permita a NORA localizar y seguir la posición del rostro del usuario en tiempo real.
* Integrar algoritmos de estimación de postura corporal, capaces de identificar posiciones que puedan afectar negativamente a la salud (por ejemplo, encorvamiento, falta de movimiento, etc.).
* Explorar mecanismos de detección de gestos o señales visuales que puedan utilizarse como comandos no verbales o como elementos del lenguaje corporal humano.
* Evaluar expresiones faciales básicas con el fin de inferir el estado emocional aproximado del usuario, adaptando las respuestas o el tono del asistente en función de dicha interpretación.
* Establecer una lógica de atención visual que permita a NORA “mirar” activamente al usuario, seguirlo con la cámara o responder a su presencia mediante cambios expresivos o de voz.
* Integrar todos estos datos visuales en el módulo de lógica general del sistema para apoyar la toma de decisiones, generar alertas o modificar el comportamiento del asistente.

Mediante este sistema visual, NORA será capaz de pasar de ser un asistente puramente reactivo a convertirse en un agente con capacidad de observación, análisis y respuesta autónoma, reforzando así su papel como entidad atenta y adaptativa.

## Comportamiento físico y expresividad

Uno de los elementos diferenciadores de NORA es su capacidad para manifestar comportamientos físicos y expresivos que refuercen la interacción humano-máquina. Este módulo busca dotar al asistente de una presencia perceptible y emocionalmente significativa, mediante un conjunto de recursos visuales, mecánicos y lumínicos que simulen atención, estados internos o emociones.

Los objetivos específicos de esta área son:

* Diseñar e implementar una interfaz facial animada capaz de mostrar expresiones dinámicas como alegría, sorpresa, atención o neutralidad, que refuercen el contenido de las respuestas verbales o visuales.
* Controlar una serie de servomecanismos que permitan movimientos físicos simples (como la inclinación de la cabeza, seguimiento del usuario o gestos simbólicos), aportando un componente corporal a la interacción.
* Integrar iluminación LED RGB como canal expresivo secundario, que comunique estados del sistema (activo, en reposo, procesando, alerta, etc.) o acompañe emocionalmente a la voz o a las imágenes.
* Sincronizar las expresiones visuales y mecánicas con los eventos internos del sistema: detección de usuario, inicio de interacción, reconocimiento de voz, cambio de estado, error o espera prolongada.
* Permitir al sistema cambiar su “actitud” en función del contexto, pasando de un modo neutro a uno reactivo o más emocional, de acuerdo con el comportamiento observado o el estado interno del sistema.

El objetivo último de este módulo es humanizar la interacción, no mediante una simulación realista de humanidad, sino a través de elementos simbólicos que faciliten la comprensión de lo que hace y siente el asistente, generando una experiencia más rica, predecible y natural.

## Gestión de datos personales y hábitos

La capacidad de registrar, almacenar y analizar información relacionada con el comportamiento del usuario es esencial para que NORA pueda ofrecer una experiencia personalizada y adaptativa. Este módulo tiene como objetivo implementar un sistema de memoria interna estructurada, orientado al seguimiento de hábitos, la toma de notas, y la generación de respuestas basadas en la experiencia previa.

Los objetivos específicos de esta área incluyen:

* Diseñar un sistema de almacenamiento local mediante una base de datos ligera (por ejemplo, SQLite) que permita registrar eventos, notas de voz, rutinas, respuestas y preferencias del usuario sin necesidad de conexión externa.
* Implementar un módulo de seguimiento de hábitos cotidianos, como horarios, posturas, pausas activas, tareas realizadas o niveles de interacción, con el objetivo de generar recomendaciones o recordatorios.
* Desarrollar una lógica de respuestas personalizadas, basada en patrones detectados a lo largo del tiempo: felicitaciones por mejoras, alertas ante hábitos perjudiciales o mensajes de ánimo en situaciones reconocidas.
* Gestionar un sistema de notas rápidas por voz o texto, que el usuario pueda dictar y recuperar mediante comandos, funcionando como una libreta digital accesible y autónoma.
* Integrar mecanismos de protección de privacidad, asegurando que los datos almacenados no se transmiten ni se exponen a terceros, manteniéndose en todo momento dentro del entorno local y controlado por el usuario.

El objetivo de este módulo es convertir a NORA en un asistente consciente del contexto personal del usuario, no como una entidad intrusiva, sino como un acompañante digital capaz de observar, recordar y ayudar de forma progresiva, coherente y ética.

## Control modular, activación y privacidad

Una característica esencial de NORA es su diseño centrado en el control consciente por parte del usuario. A diferencia de los asistentes comerciales, que permanecen en escucha constante y dependen de conexiones remotas, NORA incorpora mecanismos explícitos de activación, segmentación funcional y respeto por la privacidad. Este módulo se orienta a garantizar que cada interacción con el sistema esté mediada por la intención y el control total del usuario.

Los objetivos específicos de esta área son:

* Implementar un sistema de activación física mediante tecnología NFC, de forma que el asistente solo entre en funcionamiento cuando el usuario acerque un dispositivo autorizado a una zona específica del cuerpo del sistema.
* Establecer un protocolo de inicialización y apagado ordenado, que asegure la correcta activación y cierre de todos los módulos del sistema, incluyendo la conservación de datos, el cierre de procesos y la retroalimentación visual del estado.
* Desarrollar una lógica de control modular interno, donde cada bloque funcional (visión, voz, almacenamiento, expresividad) pueda activarse o desactivarse de forma independiente, ya sea por configuración o por decisión dinámica del sistema.
* Garantizar que todo el procesamiento de datos sensibles se realice de forma local, sin depender de servidores externos ni exponer información a través de la red.
* Incluir mecanismos de comunicación explícita del estado del sistema al usuario, para que siempre quede claro cuándo NORA está activo, en espera o apagado, utilizando medios visuales y sonoros.

Este conjunto de objetivos asegura que la relación entre el usuario y el asistente esté marcada por la transparencia, la soberanía tecnológica y la confianza, elementos que forman parte central de la filosofía de diseño del proyecto.

## Resultados esperados a nivel formativo

Además de sus objetivos funcionales y técnicos, NORA constituye una plataforma de desarrollo personal y profesional que permite consolidar competencias adquiridas durante la formación en ingeniería, al tiempo que ofrece la posibilidad de explorar nuevas áreas de conocimiento de forma aplicada.

El proyecto permite integrar y poner en práctica conceptos de programación avanzada, estructuras de control, gestión de procesos concurrentes, lógica de interacción y arquitectura de software modular. Asimismo, brinda una experiencia directa en visión por computador, procesamiento de voz, uso de sensores, control de hardware y comunicación entre dispositivos físicos y virtuales.

En el plano de la ingeniería de sistemas, el proyecto proporciona una visión integral del ciclo de vida de un desarrollo tecnológico: desde el diseño conceptual hasta la implementación práctica, pasando por la documentación, la validación de módulos, el manejo de errores y la evolución incremental del sistema. A esto se suma el aprendizaje en la gestión de recursos físicos, optimización de rendimiento en dispositivos embebidos, y trabajo con bases de datos locales.

Desde una perspectiva más amplia, NORA también permite explorar elementos de interacción humano-máquina, ética tecnológica, usabilidad, diseño emocional e incluso reflexión filosófica sobre el rol de la inteligencia artificial en el entorno doméstico. Esta dimensión transversal añade profundidad al proyecto y lo sitúa como una experiencia formativa completa, orientada tanto a la excelencia técnica como a la innovación conceptual.

El resultado esperado no es únicamente un sistema funcional, sino también una demostración real y documentada de habilidades multidisciplinares, que puede servir como carta de presentación profesional y como punto de partida para proyectos futuros más ambiciosos.

# Resumen de funcionalidades previstas

Esta sección presenta un desglose detallado de todas las funcionalidades que NORA será capaz de ejecutar, tanto en su versión inicial como en sus futuras extensiones. Se trata de una visión global e integrada de las capacidades que definen el comportamiento del sistema en su interacción diaria con el usuario.

Las funcionalidades se agrupan en bloques temáticos que abarcan desde la interacción por voz y la percepción visual, hasta la expresión emocional, la gestión de datos personales y el control del sistema. Cada bloque describe los objetivos concretos que se han planteado para esa dimensión del asistente, así como su relación con la experiencia del usuario, la arquitectura modular y los principios de privacidad que sustentan el proyecto.

Este resumen no solo sirve como referencia para el desarrollo técnico, sino también como una hoja de ruta funcional para validar que NORA cumple con su propósito como asistente inteligente, proactivo y humanizado.

## Interacción multimodal y comportamiento general

NORA está concebido como un asistente capaz de interactuar mediante múltiples canales al mismo tiempo. La interacción multimodal no solo se refiere a la combinación de voz y visión, sino también a la forma en que el sistema expresa estados, interpreta gestos, reacciona a la proximidad del usuario o varía su comportamiento en función del contexto.

El sistema combina entrada auditiva (voz), entrada visual (cámara), retroalimentación expresiva (pantalla facial e iluminación) y movimiento físico (microgestos mediante servos), lo que permite establecer una comunicación rica, fluida y simbiótica. Esta comunicación no se basa únicamente en el diálogo hablado, sino en un conjunto de señales paralelas que crean una experiencia envolvente y más natural.

El comportamiento general de NORA se basa en un sistema de estados internos, desde el reposo hasta la escucha activa o la interacción proactiva. El usuario puede activar o desactivar al asistente de forma explícita mediante una etiqueta NFC, lo que garantiza que la relación con la máquina esté siempre mediada por una intención consciente. Una vez activado, NORA permanece atento a estímulos relevantes, y su comportamiento se adapta a la situación mediante reglas contextuales.

Además de responder a comandos directos, NORA es capaz de reaccionar ante eventos como la detección de un rostro conocido, una postura prolongada o una hora programada. Puede tomar la iniciativa de hablar, emitir una señal visual o recordar algo relevante, siempre dentro de los límites establecidos por el usuario.

La sincronización entre entradas (voz, cámara) y salidas (respuesta verbal, expresión facial, iluminación) es un componente central del sistema. Esta coordinación permite que las acciones de NORA tengan coherencia y transmitan intención, reforzando su presencia como entidad consciente y alineada con el entorno.

### Comunicación por voz natural y en tiempo real

Una de las funcionalidades centrales de NORA es su capacidad para establecer comunicación verbal con el usuario, utilizando un sistema de entrada y salida de voz que funcione de forma local, eficiente y continua. Esta capacidad permite no solo ejecutar comandos, sino construir una forma de diálogo que refuerce la percepción de NORA como un asistente atento, cercano y reactivo.

El sistema de entrada de voz se basa en un módulo de reconocimiento automático del habla (ASR) en local, que permite convertir la señal de audio en texto en tiempo real, sin necesidad de conexión a internet. Esta decisión garantiza tanto la privacidad como la rapidez de respuesta. El reconocimiento está optimizado para funcionar con un vocabulario limitado, pero ampliable, centrado en frases naturales, comandos conversacionales y expresiones cotidianas.

Por otro lado, la salida de voz se gestiona mediante un motor de síntesis de voz (TTS) que transforma texto en audio de forma fluida, empleando una voz clara, neutra y emocionalmente expresiva. La entonación se ajusta según el contenido del mensaje, permitiendo a NORA transmitir intenciones, estados y reacciones con matices humanos.

El objetivo no es mantener conversaciones complejas, sino permitir una interacción hablada natural, en la que el usuario pueda pedir, preguntar, corregir, interrumpir o confirmar acciones mediante el lenguaje oral, de forma espontánea y sin esfuerzo.

Para gestionar esta comunicación, el sistema mantiene una lógica conversacional basada en máquinas de estado finito y estructuras de contexto, lo que permite conservar cierta coherencia entre frases, detectar intenciones implícitas y adaptar las respuestas al flujo del intercambio.

Además, el sistema contempla modos especiales como la pausa de escucha, el reinicio de contexto y el modo silencioso, que permiten adaptar el comportamiento conversacional a distintas situaciones del entorno del usuario.

Esta funcionalidad convierte a NORA en un asistente accesible, configurable y preparado para integrarse de forma orgánica en entornos domésticos o personales, donde la voz sigue siendo la forma más directa y natural de interacción.

### Activación y desactivación mediante NFC

NORA no está concebido como un asistente permanentemente activo. A diferencia de los asistentes comerciales que operan en segundo plano de forma continua, este sistema introduce una lógica de presencia consciente, donde el usuario decide cuándo la interacción debe comenzar o finalizar. Este principio se materializa a través de la activación física mediante tecnología NFC.

El mecanismo consiste en una etiqueta NFC personalizada que, al ser detectada por el lector del sistema (generalmente al acercar el teléfono móvil a una zona específica del dispositivo), genera una orden interna de encendido o apagado del asistente. Este gesto físico simboliza la voluntad explícita de interactuar, estableciendo una barrera clara entre el entorno humano y la inteligencia artificial.

Cuando se activa, NORA inicializa sus módulos de percepción (voz, visión), expresión (pantalla, LEDs) y procesamiento, entrando en un estado de atención plena. El proceso de arranque está diseñado para ser rápido pero ordenado, asegurando que todos los subsistemas estén operativos antes de responder al usuario.

De igual modo, al repetir el gesto con el mismo dispositivo NFC, el asistente ejecuta un apagado progresivo que detiene la entrada de datos, guarda el estado y muestra una señal visual de despedida antes de desconectarse completamente. Este enfoque evita que el sistema permanezca en escucha pasiva, refuerza la confianza del usuario y reduce el consumo energético.

El uso de NFC como interfaz de activación introduce además una dimensión simbólica y tangible: la relación con NORA se inicia mediante un gesto físico intencional, lo que transforma la experiencia de uso en algo más deliberado, privado y controlado.

Este sistema también abre la posibilidad de control de acceso personalizado, ya que cada etiqueta NFC puede asociarse a un usuario distinto, activando perfiles, configuraciones o modos específicos si así se desea en versiones futuras.

### Sistema de escucha activa con control consciente

La capacidad de escucha es uno de los pilares de la interacción verbal en NORA, pero a diferencia de los asistentes convencionales, este sistema no permanece en escucha permanente por defecto. El diseño contempla una lógica de escucha activa que equilibra accesibilidad y privacidad, permitiendo que el asistente atienda al usuario únicamente cuando este así lo desee, de forma explícita o contextual.

El sistema puede activarse mediante distintos mecanismos controlados: el principal es el encendido físico mediante NFC, pero también se contempla la entrada en modo de escucha mediante un gesto visual (como la detección de presencia prolongada) o una frase de activación si se desea habilitar dicha función. Una vez en estado de escucha, NORA monitoriza la entrada de audio y procesa la señal únicamente si se cumplen determinadas condiciones, como la detección de sonido con energía suficiente o la coincidencia con palabras clave configuradas.

Esta escucha activa se basa en una ventana de atención temporal, que se abre y se cierra de forma dinámica. Tras cada interacción, si el usuario no continúa hablando o si el entorno permanece en silencio, el asistente vuelve progresivamente a un estado pasivo, señalizado mediante cambios visuales o posturales. Esta dinámica permite mantener una interacción fluida sin recurrir a una vigilancia continua.

La arquitectura modular permite, además, que la escucha pueda pausarse manualmente, silenciarse completamente o programarse según franjas horarias o contextos definidos por el usuario. En situaciones sensibles, puede incluso configurarse para que solo funciones físicas como la iluminación o el movimiento estén activas, mientras el módulo de audio permanece deshabilitado.

En conjunto, este sistema garantiza que el canal de entrada auditiva funcione de manera eficiente y coherente con los valores del proyecto: interacción consciente, control total del usuario y respeto por la privacidad en todo momento.

### Cambios de estado interno (activo, pasivo, reposo)

El comportamiento de NORA está estructurado en torno a un conjunto de estados internos diferenciados, que regulan tanto su nivel de actividad como la disponibilidad de sus módulos sensoriales, expresivos y computacionales. Esta lógica de estados permite adaptar el funcionamiento del asistente a las necesidades del momento, optimizando recursos y asegurando una interacción natural, no intrusiva y energéticamente eficiente.

Los tres estados fundamentales son: activo, pasivo y reposo.

En el estado activo, NORA se encuentra plenamente operativo. Todos los módulos funcionales están habilitados: el asistente escucha, observa, responde, expresa emociones y puede ejecutar tareas o interacciones completas. Este estado se mantiene mientras haya actividad o interacción con el usuario, ya sea mediante voz, presencia visual, comandos o eventos programados.

El estado pasivo representa una fase de espera atenta. El sistema mantiene algunos sensores activos (como la cámara o el micrófono en escucha parcial), pero no responde hasta que detecta una señal de activación o continuidad en la interacción. La expresividad visual se reduce a una animación sutil o un color neutro, y se minimiza el procesamiento para conservar recursos sin desconectarse completamente.

El estado de reposo implica un apagado casi total del sistema. Se alcanza tras largos periodos de inactividad o mediante una orden directa del usuario (como la relectura de la etiqueta NFC). En este modo, todos los módulos se apagan ordenadamente y solo permanece activa la función de reactivación física. No hay escucha, visión ni actividad de ningún tipo. Visualmente, el dispositivo adopta una postura de descanso o desconexión clara.

El paso de un estado a otro se gestiona mediante un sistema de transición definido, que responde a condiciones específicas de tiempo, estímulo o interacción. Estas transiciones están acompañadas por señales visuales, expresivas o auditivas que permiten al usuario interpretar de forma intuitiva el estado en el que se encuentra NORA en cada momento.

Este modelo no solo facilita una mejor gestión del rendimiento, sino que constituye un elemento central de la interacción simbólica entre humano y máquina, reforzando la idea de que NORA no es una máquina pasiva, sino una presencia adaptativa, consciente de su entorno y regulada por decisiones del usuario.

### Sincronización entre módulos de percepción y respuesta

Uno de los aspectos clave que define la calidad de interacción con NORA es la capacidad del sistema para integrar sus diferentes canales de entrada y salida en un comportamiento coherente, fluido y con significado. Esta sincronización no es meramente técnica, sino que cumple una función expresiva y comunicativa fundamental: permite que las respuestas del asistente no solo sean correctas, sino también congruentes con el contexto, el tono y el momento.

El sistema está diseñado de forma modular, pero los módulos de percepción (voz, visión, sensores de presencia) y los de respuesta (síntesis de voz, expresión facial, iluminación y movimiento físico) comparten un sistema común de eventos y estados internos, que actúa como intermediario. Esta capa de coordinación permite, por ejemplo, que una detección facial no solo active el módulo de voz, sino que también provoque un gesto visual de atención, un cambio de iluminación o un saludo verbal espontáneo.

Cuando el usuario emite una orden por voz, el sistema no responde únicamente mediante el módulo TTS: también puede adoptar una expresión visual acorde, modificar la intensidad lumínica o acompañar la respuesta con un leve movimiento de cabeza, haciendo que la interacción sea más rica y multisensorial.

Del mismo modo, la percepción visual influye en la producción verbal: si NORA detecta que el usuario está distraído, puede modular su tono; si percibe un gesto de duda o desagrado, puede reformular una respuesta o ajustar su expresividad. Estas interacciones no siguen reglas complejas de inteligencia artificial, sino una lógica de sincronización simbólica, en la que cada estímulo provoca una respuesta integrada.

Este comportamiento coherente entre los módulos convierte a NORA en un sistema expresivo y comprensible, donde las reacciones no parecen arbitrarias o fragmentadas, sino consistentes y alineadas con la situación. A nivel de diseño, esta integración también permite mantener el código del sistema organizado, facilitando la expansión futura sin romper la armonía de la interacción.

La sincronización entre percepción y respuesta es, por tanto, uno de los pilares que permiten a NORA pasar de ser un conjunto de tecnologías a una entidad artificial con presencia unificada, con la que el usuario pueda comunicarse de manera intuitiva y significativa.

## Capacidad de observación visual y análisis del entorno

NORA dispone de un sistema de percepción visual basado en visión por computador, que le permite observar, analizar e interpretar el entorno inmediato. A diferencia de los asistentes convencionales, que carecen de percepción visual activa, NORA incorpora una cámara y algoritmos capaces de extraer información contextual relevante, como la presencia humana, la posición del usuario, su actitud postural o su estado emocional aproximado.

La visión no se limita a registrar imágenes, sino que constituye una herramienta de interacción que complementa y enriquece la comunicación verbal. A través de ella, NORA puede detectar cuándo una persona entra en el campo de visión, reconocer si se trata de un usuario habitual, ajustar su foco de atención, o incluso modificar su comportamiento según lo que ve.

El sistema está diseñado para funcionar en tiempo real, con una arquitectura de bajo consumo que permite detectar patrones visuales sin necesidad de grandes recursos computacionales ni conexión a la nube. Todos los procesos se ejecutan en local, preservando la privacidad y permitiendo la personalización de la respuesta visual según las preferencias del usuario.

A lo largo de este bloque, se describen las distintas funcionalidades asociadas al módulo visual de NORA, desde la detección facial básica hasta la estimación de postura corporal y la capacidad para reaccionar a la presencia humana. Estos mecanismos otorgan al asistente una forma de atención visual activa, que lo acerca a comportamientos propios de la interacción social humana.

### Detección y seguimiento facial

La detección facial constituye uno de los pilares del sistema de percepción visual de NORA. Gracias a esta funcionalidad, el asistente puede identificar la presencia de una persona en su campo de visión, localizar su rostro y mantener una referencia espacial continua durante la interacción. Esta capacidad no tiene fines de vigilancia, sino que se orienta exclusivamente a mejorar la interacción simbólica y contextual con el usuario.

El sistema emplea algoritmos de detección en tiempo real que permiten localizar rostros humanos con precisión, incluso en condiciones de iluminación variables o desde ángulos moderadamente oblicuos. Una vez localizado el rostro, NORA puede seguir su movimiento mediante un seguimiento por coordenadas, lo que le permite “mirar” al interlocutor, ajustar su orientación, modular su atención o iniciar una secuencia de interacción verbal o expresiva.

Este seguimiento no implica reconocimiento facial biométrico, sino una lógica de presencia. Es decir, NORA no identifica personas, pero sí detecta si hay alguien presente, si esa persona está mirando al asistente, y si se mantiene en el entorno el tiempo suficiente como para justificar una reacción por parte del sistema.

El seguimiento facial también permite determinar la dirección de la mirada del usuario, la distancia aproximada y su nivel de atención, lo que enriquece la comunicación no verbal. Por ejemplo, si el usuario desvía la vista, NORA puede interpretar que no se desea una interacción activa y adoptar un estado más neutro o silencioso.

Además de servir como desencadenante de otras funciones, como el reconocimiento de emociones o la estimación de postura, la detección facial actúa como base para muchos de los comportamientos reactivos del asistente: desde un saludo automático hasta un cambio en la expresión facial digital, la iluminación ambiental o el inicio del módulo de escucha.

Con esta funcionalidad, NORA se convierte en un asistente visual y socialmente consciente, que no actúa en el vacío, sino en relación con lo que observa, generando respuestas más naturales y alineadas con la situación física del usuario.

### Estimación de postura y comportamiento sedentario

Una de las funcionalidades más relevantes desde el punto de vista del bienestar físico es la capacidad de NORA para estimar la postura del usuario y detectar posibles patrones de comportamiento sedentario o posturas mantenidas que puedan ser perjudiciales para la salud. Este módulo visual permite que el asistente adquiera una dimensión activa en el cuidado cotidiano, más allá de la mera interacción conversacional.

Mediante técnicas de pose estimation (estimación de pose corporal) aplicadas a imágenes en tiempo real, el sistema es capaz de identificar la posición de hombros, espalda, cuello y cabeza del usuario. A partir de estas coordenadas, se calcula si la postura adoptada se considera neutra, inestable, encorvada, o si se mantiene sin variación durante un periodo prolongado.

El sistema no realiza un análisis clínico, sino que emplea umbrales ajustables para determinar cuándo es oportuno emitir una sugerencia, una alerta o simplemente una recomendación amigable. Por ejemplo, tras detectar más de 45 minutos sin cambio postural significativo, NORA puede recomendar estirarse o levantarse brevemente. Si identifica una inclinación excesiva del cuello durante el uso del ordenador, puede recordar la importancia de corregir la postura.

Estas sugerencias se presentan de forma no invasiva, mediante expresiones visuales amigables, mensajes de voz breves o cambios sutiles en la iluminación. El sistema también puede registrar la evolución de estas variables para observar si hay mejora o empeoramiento, sin almacenar imágenes ni datos sensibles, únicamente resúmenes de comportamiento postural.

Esta funcionalidad convierte a NORA en un agente activo de autocuidado, no intrusivo pero siempre presente, capaz de actuar como recordatorio del cuerpo en contextos prolongados de sedentarismo. También refuerza su carácter de asistente personalizado y atento, que no solo responde, sino que observa y acompaña.

### Reconocimiento básico de expresiones faciales

Además de detectar la presencia y el seguimiento de rostros, NORA dispone de una capacidad inicial para interpretar expresiones faciales humanas básicas, con el fin de enriquecer la interacción y adaptar su comportamiento al estado emocional aparente del usuario. Esta funcionalidad, aunque limitada, permite establecer una forma de empatía simulada, en la que el asistente no solo responde a lo que se dice, sino también a cómo se dice.

El sistema utiliza modelos ligeros de visión por computador capaces de estimar la expresión dominante entre un conjunto de categorías simples: neutralidad, alegría, sorpresa, enfado o tristeza. Estas categorías no buscan realizar un diagnóstico emocional preciso, sino identificar señales gestuales explícitas que puedan tener relevancia contextual.

Por ejemplo, si el usuario se aproxima con una expresión sonriente, NORA puede responder con una animación facial alegre o una voz más entusiasta. Si, por el contrario, detecta una expresión de tristeza o cansancio, el asistente puede suavizar su tono, adoptar un comportamiento más pausado o simplemente mostrar una señal de atención empática, como una luz tenue o un parpadeo visual.

Este reconocimiento se realiza de forma puntual y no continua, evitando así el procesamiento constante de emociones. Solo se activa ante determinados eventos (inicio de interacción, duración prolongada de presencia, comandos ambiguos), y no guarda registros ni extrae conclusiones persistentes.

La función de reconocimiento emocional no sustituye a una comprensión real de los estados internos del usuario, pero sí actúa como mecanismo de adecuación expresiva, permitiendo respuestas más coherentes, naturales y cercanas. Además, refuerza la idea de que NORA no es un sistema rígido, sino uno que observa e interpreta señales humanas, incluso más allá de las palabras.

### Detección de presencia y enfoque de atención

Más allá de la detección facial o del seguimiento de expresiones, NORA incorpora un sistema general de detección de presencia humana que le permite identificar cuándo alguien se encuentra en su entorno inmediato, incluso si no se produce una interacción explícita o una orden verbal directa. Esta funcionalidad actúa como una capa basal de percepción ambiental que condiciona el comportamiento del asistente.

La detección de presencia se realiza principalmente mediante visión por computador, a través de algoritmos de movimiento, silueta o calor visual, sin necesidad de reconocer rostros ni registrar información sensible. En configuraciones avanzadas, puede complementarse con sensores adicionales (como ultrasonidos, infrarrojos o sensores PIR) que amplían el rango de percepción en condiciones de baja visibilidad o fuera del campo de la cámara.

Cuando NORA detecta una presencia sostenida en su proximidad, activa su foco de atención visual, orientando su cámara y su interfaz expresiva hacia la fuente de movimiento. Esta orientación puede ir acompañada de un parpadeo visual, un cambio de iluminación o una breve animación facial que indique que el sistema ha tomado conciencia del entorno.

Si la persona detectada permanece en la zona durante un tiempo determinado, el asistente puede iniciar una interacción por iniciativa propia, como emitir un saludo, preguntar si necesita algo o mostrar una expresión de atención. En caso contrario, puede mantenerse en estado pasivo o replegarse de nuevo a reposo, en función del comportamiento observado.

Este mecanismo permite a NORA actuar como un agente atento pero no invasivo, capaz de reaccionar a la presencia sin necesidad de comandos previos. Reproduce, en términos funcionales, el comportamiento de una entidad que “mira”, “espera” y “reacciona” de forma natural, reforzando la sensación de que el asistente está presente y consciente del espacio que comparte con el usuario.

### Posibilidad de expansión con sensores adicionales

Aunque la visión por computador constituye el núcleo perceptivo principal de NORA, el diseño del sistema contempla desde su origen la posibilidad de ampliar su capacidad de observación mediante sensores adicionales que complementen o refuercen la información visual en distintos contextos.

Entre las opciones consideradas se encuentran sensores de profundidad (como cámaras estéreo o módulos TOF), que permiten estimar distancias con mayor precisión y construir un mapa tridimensional del entorno inmediato. Esto habilita funciones como la detección de objetos cercanos, el seguimiento espacial más robusto o incluso la prevención de colisiones en caso de integración con movimiento físico futuro.

También se contempla el uso de sensores infrarrojos pasivos (PIR) o ultrasónicos, ideales para condiciones de baja luminosidad o para extender la percepción más allá del campo visual de la cámara principal. Estos sensores pueden utilizarse como sistema de activación secundaria, ahorro de energía o para mejorar la reactividad del sistema en situaciones donde la visión esté limitada.

En escenarios específicos, pueden integrarse micrófonos direccionales auxiliares, sensores de calidad del aire, sensores de temperatura ambiente o detectores de sonido ambiental, que permitan a NORA adaptar su comportamiento en función de variables contextuales (por ejemplo, reducir la intensidad de su voz en un entorno silencioso o modificar su iluminación en función de la luz ambiental).

El enfoque modular del sistema facilita esta expansión sin necesidad de rediseñar el asistente completo. Cada sensor adicional puede integrarse a través de entradas GPIO, buses I²C o UART, y controlarse mediante scripts independientes que se comunican con el núcleo de comportamiento de NORA.

Con estas posibilidades, NORA se presenta no como un sistema cerrado, sino como una plataforma evolutiva, capaz de crecer, especializarse y adaptarse a nuevos entornos y funciones a medida que las necesidades del usuario o del proyecto lo requieran.

## Comprensión y producción de lenguaje

Una de las características más distintivas de NORA es su capacidad para mantener una comunicación verbal significativa, en la que no solo reconoce comandos o frases concretas, sino que también interpreta el contexto, genera respuestas personalizadas y mantiene pequeños diálogos naturales.

El sistema combina un módulo de reconocimiento automático del habla (ASR) con un motor de síntesis de voz (TTS), ambos ejecutados en local, lo que garantiza privacidad, baja latencia y funcionamiento independiente de servicios externos. La voz humana sigue siendo uno de los canales de comunicación más directos, y su implementación cuidada permite a NORA integrarse en el entorno doméstico como un agente que no solo responde, sino que también habla con personalidad.

A través de una lógica basada en estructuras de contexto y máquinas de estado, el asistente es capaz de dar sentido a frases más allá de su literalidad, detectar intenciones implícitas, y modular sus respuestas según la situación y el historial reciente de interacción. La conversación con NORA no se limita a activar funciones, sino que puede adquirir tintes expresivos, empáticos o humorísticos, dependiendo del momento.

Este bloque presenta en detalle las funcionalidades relacionadas con el lenguaje: desde la interpretación de comandos hablados hasta la generación de voz, la gestión de pequeños flujos conversacionales y la posible integración futura con sistemas externos más complejos.

### Reconocimiento automático del habla (ASR) offline

El módulo de reconocimiento automático del habla (ASR) permite a NORA interpretar comandos y frases pronunciadas por el usuario en tiempo real, sin depender de servicios externos ni de una conexión a internet. Esta capacidad es fundamental para habilitar una interacción fluida, accesible y segura en cualquier contexto doméstico.

A diferencia de muchos sistemas comerciales que envían la señal de voz a la nube para ser procesada, el ASR de NORA funciona completamente en local, ejecutándose sobre hardware embebido optimizado, como una Raspberry Pi o un microprocesador auxiliar. Esto no solo mejora la privacidad, sino que garantiza una latencia mínima en la respuesta y una autonomía funcional absoluta.

El sistema utiliza un motor ligero de reconocimiento basado en modelos acústicos preentrenados, adaptado a un conjunto de vocabulario personalizado. Dicho vocabulario puede incluir comandos específicos (“enciende las luces”, “recuérdame beber agua”), frases naturales (“buenos días”, “me duele la espalda”) o incluso expresiones de saludo, duda o agradecimiento. El sistema también puede ampliarse progresivamente según las necesidades del usuario.

Para mejorar la fiabilidad, el módulo ASR incorpora un sistema de activación por contexto o palabra clave, evitando falsas activaciones por ruido ambiental o conversaciones ajenas. La detección se acompaña de una señal visual o expresiva que indica que NORA ha comenzado a interpretar el mensaje.

Además, se emplea un sistema de puntuación de confianza para cada reconocimiento, lo que permite gestionar los casos de ambigüedad con respuestas adaptativas (“¿has dicho ‘modo reposo’?”) o repetir la pregunta si el reconocimiento ha sido incierto.

Esta capacidad convierte la entrada de voz en el canal principal de interacción verbal, ofreciendo una experiencia cercana, natural y adaptable, en la que el usuario puede comunicarse con el asistente de forma inmediata, sin necesidad de interfaces adicionales ni procesos de configuración complejos.

### Procesamiento contextual de frases y comandos

Una vez que la entrada de voz ha sido convertida en texto mediante el módulo ASR, NORA ejecuta un proceso de interpretación semántica y contextual, cuyo objetivo es entender no solo el contenido literal de la frase, sino también su intención, contexto y pertinencia.

Este procesamiento no se basa únicamente en comandos rígidos predefinidos, sino en una arquitectura híbrida entre lógica estructurada (como máquinas de estado finito) y mecanismos de inferencia contextual, que permiten al asistente manejar variaciones naturales del lenguaje y tomar decisiones ajustadas a la situación actual.

Por ejemplo, ante una frase como “recuérdame beber agua más tarde”, NORA no solo identifica el verbo y la acción, sino que asocia ese contenido a un módulo específico (gestión de rutinas), interpreta que debe crear un recordatorio diferido, y solicita o infiere una hora aproximada si no ha sido indicada explícitamente.

El sistema mantiene un modelo interno del contexto conversacional, que incluye el historial reciente de interacciones, el estado interno de cada módulo y ciertas variables persistentes (hora del día, presencia del usuario, estado emocional estimado, etc.). Esto le permite responder con mayor precisión, evitar repeticiones innecesarias o adaptar el contenido de sus respuestas a la situación concreta.

También se incluye un mecanismo de confirmación inteligente, que se activa ante frases ambiguas o potencialmente críticas (como apagados, cambios de estado o manipulaciones de datos personales). NORA puede entonces verificar la intención del usuario antes de ejecutar la acción.

Este enfoque permite pasar de una lógica de comandos aislados a una interacción conversacional básica, donde las frases se entienden en relación al momento y no como secuencias independientes. La comprensión contextual es lo que transforma a NORA en un asistente que no solo ejecuta, sino que también comprende, dentro de sus límites definidos.

### Generación de respuestas habladas con entonación expresiva

La capacidad de NORA para comunicarse de forma verbal no se limita a la reproducción literal de frases. Una de sus características más distintivas es la generación de respuestas habladas mediante síntesis de voz, acompañadas de entonación expresiva y adecuación emocional, lo que refuerza la percepción del asistente como una entidad con intención comunicativa.

El sistema emplea un motor de Text-To-Speech (TTS) ejecutado en local, capaz de convertir cualquier texto en una señal de audio inteligible, clara y de tono configurable. Se utilizan voces preentrenadas que, además de ser comprensibles, permiten modular ciertos rasgos como la velocidad, el volumen o la inflexión, adaptando el estilo de habla a la situación comunicativa.

Esta modulación no se basa en inteligencia emocional compleja, sino en una lógica de adaptación expresiva: el sistema asocia distintos tonos de voz a tipos de contenido, estados internos o expresiones detectadas. Por ejemplo, si el usuario está alegre, NORA puede responder con un tono animado y dinámico; si detecta cansancio o molestia, puede adoptar una voz más suave y pausada.

Las respuestas no son todas predefinidas. El sistema puede construir frases a partir de plantillas dinámicas, integrar datos variables (como la hora, el nombre del usuario o un hábito reciente) y ajustar el contenido a partir del contexto conversacional. Esto permite que las interacciones no resulten repetitivas o mecánicas, sino que evolucionen con cierta variabilidad y coherencia.

Además, la voz no actúa sola: está coordinada con los módulos visuales y expresivos del asistente, de modo que cada respuesta hablada puede ir acompañada de una expresión facial digital, un cambio de iluminación o un gesto físico, generando una comunicación verdaderamente multimodal.

Esta funcionalidad convierte a NORA en un sistema que no solo “habla”, sino que se expresa con intención y matiz, ofreciendo una experiencia de interacción más cercana, rica y emocionalmente significativa.

### Gestión de pequeños diálogos interactivos

Además de interpretar comandos aislados y generar respuestas expresivas, NORA está diseñada para sostener pequeños diálogos interactivos con el usuario. Esta funcionalidad permite mantener un intercambio verbal de varias frases, donde cada intervención depende de la anterior y el contexto compartido, construyendo una conversación breve pero coherente.

La gestión de estos diálogos se basa en una estructura modular compuesta por máquinas de estado finito (FSM), adaptadas para distintos tipos de interacción. Cada FSM representa una “unidad de diálogo” con una secuencia controlada de preguntas, respuestas y ramificaciones posibles. Ejemplos de estas unidades incluyen: registrar un recordatorio, consultar una nota, generar una recomendación de hábito o simplemente conversar de forma informal.

El sistema puede mantener un contexto temporal limitado, recordando las intenciones recientes del usuario, la pregunta anterior del asistente o una variable introducida durante el intercambio. Esto le permite evitar repeticiones innecesarias, corregir errores de reconocimiento, y ofrecer confirmaciones o reformulaciones de forma natural.

La lógica de estos diálogos está diseñada para ser modular y ampliable, de manera que se puedan añadir nuevos flujos conversacionales sin necesidad de reescribir la arquitectura central. Además, los diálogos se ajustan al perfil del usuario: si el asistente detecta que una interacción es habitual, puede acortar los pasos o anticipar respuestas conocidas.

La conversación no se limita al plano funcional. Algunos módulos contemplan interacciones expresivas o simbólicas, como responder a saludos, mostrar empatía ante una emoción percibida, o despedirse con una frase personalizada. Estos pequeños gestos construyen una relación más cercana y natural entre el usuario y el asistente.

Aunque NORA no está diseñada para mantener conversaciones complejas o abiertas, la capacidad de desarrollar diálogos breves pero significativos, ajustados al contexto y con una dinámica fluida, aporta un alto valor a la experiencia de uso y refuerza su carácter de entidad interactiva, no meramente reactiva.

### Integración con sistemas externos de lenguaje (opcional)

Aunque NORA ha sido concebido como un asistente autónomo, capaz de operar sin conexión a la red y con procesamiento completamente local, su arquitectura modular contempla la posibilidad de integrarse con sistemas externos de lenguaje, tanto para expandir sus capacidades como para experimentar con funciones más avanzadas.

Esta integración es completamente opcional y controlada por el usuario. Se plantea como una capa de extensión que puede conectarse a servicios de procesamiento natural del lenguaje (NLP) más complejos, como motores de diálogo basados en modelos grandes de lenguaje (LLMs), asistentes conversacionales personalizados en la nube o interfaces con APIs de terceros que permitan generar respuestas más contextuales, creativas o específicas.

Por ejemplo, NORA podría delegar determinadas respuestas en un motor externo cuando se trate de preguntas abiertas, búsqueda de información puntual o generación de contenidos complejos. Esta delegación se haría de forma explícita y bien señalizada, asegurando que el usuario siempre sepa cuándo la información proviene de una fuente externa y cuándo del sistema local.

Asimismo, esta funcionalidad permite el desarrollo de puentes con plataformas externas como Home Assistant, asistentes de código abierto o servicios en la nube que complementen el conocimiento de NORA con funciones de automatización, domótica o acceso a calendarios, listas de tareas y notas alojadas en servicios personales.

La decisión de integrar o no estos sistemas queda siempre en manos del usuario. En su versión por defecto, NORA funciona sin conexión, y cualquier expansión hacia servicios externos requiere una configuración consciente, con control sobre qué datos se transmiten, cómo se procesan y qué respuestas se generan.

De este modo, el proyecto se mantiene fiel a su filosofía de privacidad, control y transparencia, sin renunciar a la posibilidad de evolución futura hacia entornos más amplios o colaborativos.

## Expresividad física y emocional

A diferencia de los asistentes puramente virtuales, NORA ha sido concebido desde su origen como un sistema dotado de cuerpo, rostro y lenguaje no verbal. Su diseño incluye mecanismos que permiten no solo comunicarse mediante palabras, sino también expresar emociones, estados internos y reacciones a través de su apariencia, iluminación y pequeños movimientos físicos.

Esta expresividad no tiene como objetivo simular humanidad en un sentido realista, sino generar una interacción más rica, intuitiva y emocionalmente significativa. Mediante gestos visuales simples pero coherentes, el asistente puede transmitir atención, alegría, duda, reposo, espera o satisfacción, reforzando el mensaje verbal y mejorando la experiencia del usuario.

La expresión se realiza a través de tres canales principales: una interfaz visual facial animada, un sistema de iluminación RGB reactiva, y movimientos físicos limitados (como la inclinación de la cabeza o el parpadeo simulado). Estos elementos se combinan para dar lugar a una personalidad visual reconocible, coherente con el estado funcional y con la interacción en curso.

Este bloque detalla cómo se articulan y sincronizan estos distintos modos de expresión, qué tipos de emociones o estados pueden simularse, y cómo estas señales no verbales contribuyen a crear una presencia artificial comprensible y cercana, en la que el usuario no solo da órdenes, sino que dialoga con una entidad que reacciona, siente y responde visualmente.

### Reacciones visuales mediante rostro animado

El rostro de NORA constituye el canal expresivo principal del sistema, actuando como interfaz visual entre el asistente y el usuario. Lejos de adoptar una apariencia realista, el rostro se presenta como una representación digital animada, compuesta por elementos gráficos básicos —ojos, cejas, boca— que cambian de forma y comportamiento según el estado interno del sistema y la interacción en curso.

La animación facial se muestra en una pantalla ubicada en la cabeza del asistente, diseñada para transmitir emociones de manera clara, simbólica y comprensible. El sistema no pretende simular expresiones humanas complejas, sino ofrecer una gama limitada pero significativa de reacciones visuales: atención, alegría, curiosidad, espera, duda, tristeza o reposo, entre otras.

Cada expresión se compone de variaciones geométricas y de movimiento, como la forma de los ojos, la inclinación de las cejas, la curvatura de la boca o el parpadeo rítmico. Estas expresiones se actualizan en función de eventos como la detección del usuario, el tipo de comando recibido, el contenido de la conversación o el paso del tiempo sin interacción.

Además, el rostro animado está sincronizado con otros canales como la iluminación secundaria o el tono de voz, reforzando la coherencia multimodal del sistema. Por ejemplo, una expresión de saludo puede combinar una mirada directa, una sonrisa digital, una luz cálida y una voz animada; mientras que una expresión de duda puede mostrar ojos entrecerrados, una luz azulada y una voz más pausada.

El objetivo de este módulo es crear una presencia visual activa y legible, que facilite la interpretación del comportamiento del asistente sin necesidad de texto ni instrucciones explícitas. Esta dimensión expresiva transforma a NORA en algo más que una interfaz de comandos: en una entidad reactiva, capaz de “comunicar sin hablar” y de ofrecer una experiencia emocional más cercana.

### Iluminación dinámica en función del estado emocional

Además de la expresión facial digital, NORA dispone de un sistema de iluminación RGB programable, concebido como un canal complementario de comunicación emocional y funcional. Esta iluminación actúa como una extensión visual del estado interno del asistente, permitiendo al usuario interpretar de forma intuitiva su disponibilidad, nivel de atención, estado de reposo o incluso su “estado de ánimo” simulado.

Los elementos de iluminación están estratégicamente ubicados en la estructura del dispositivo: alrededor de los ojos, en la base del cráneo, en los laterales o en puntos periféricos visibles desde distintos ángulos. Se utilizan tiras o anillos de LEDs RGB direccionables, capaces de generar colores y patrones dinámicos con gran precisión.

Cada estado funcional o emocional del sistema se asocia a un color base y un patrón de comportamiento lumínico. Por ejemplo:

* Estado de espera: azul suave con pulsación lenta
* Activación por presencia: blanco cálido estático
* Confirmación de comando: verde intermitente breve
* Error o incomprensión: rojo tenue con parpadeo
* Modo descanso: color apagado o pulsación tenue en color neutro

Estas señales no solo cumplen una función estética o simbólica, sino que ofrecen al usuario una retroalimentación continua y no verbal sobre el estado del sistema. De este modo, es posible saber si NORA está escuchando, pensando, dormido o simplemente en reposo, sin necesidad de emitir sonido ni mostrar texto.

Además, la iluminación puede actuar como refuerzo emocional en combinación con la expresión facial y la voz. En una felicitación, por ejemplo, puede mostrarse una luz cálida y envolvente; ante una recomendación de autocuidado, una luz blanca neutra; y en situaciones de alerta, una transición cromática más intensa.

Gracias a esta estrategia de iluminación, NORA se convierte en una presencia ambientada, visualmente coherente y emocionalmente legible, capaz de comunicar información compleja mediante señales sensoriales simples, que enriquecen la interacción sin saturar al usuario.

### Movimiento físico simbólico (cabeceo, atención)

El cuerpo físico de NORA no es meramente estático: incorpora una serie de movimientos limitados pero simbólicamente expresivos, que complementan la comunicación verbal y visual del sistema. Estos movimientos están concebidos para reforzar la presencia del asistente como entidad reactiva, sin simular corporalidad humana completa, pero sí gestos básicos que comuniquen intención, atención o afectividad.

Los movimientos se ejecutan mediante servomotores de precisión, montados en el eje de la cabeza y otras posibles articulaciones, dependiendo de la versión física del prototipo. Los principales gestos contemplados incluyen:

* Cabeceo de afirmación al reconocer un comando o confirmar una orden.
* Inclinación leve hacia adelante al detectar la presencia del usuario, indicando atención.
* Leve giro lateral en momentos de duda, incomprensión o reformulación.
* Reclinación suave hacia atrás en estados de reposo o cierre de interacción.

Cada gesto está diseñado para ser breve, fluido y claramente identificable, evitando movimientos bruscos o innecesarios. La lógica de control se basa en secuencias predefinidas, que pueden activarse en combinación con eventos del sistema (inicio de conversación, error de comprensión, despedida, etc.) o como reacción espontánea a señales visuales o auditivas.

Estos gestos no sólo refuerzan la expresión emocional, sino que también cumplen una función de señalización física, orientando al usuario sobre la fase de la interacción o sobre el foco de atención del asistente. Por ejemplo, si el usuario cambia de posición, NORA puede girar ligeramente su cabeza en dirección a la nueva ubicación, simulando un “seguimiento visual” aunque no haya movimiento ocular real.

En conjunto, esta movilidad limitada aporta una dimensión física crucial para la creación de una identidad artificial expresiva, que no se basa únicamente en software o animación digital, sino en un comportamiento corporal mínimo, natural y cuidadosamente integrado con el resto de señales multimodales del sistema.

### Coordinación entre emociones simuladas y eventos externos

La expresividad emocional de NORA no se activa de forma aleatoria ni decorativa. Cada gesto, luz, tono de voz o expresión facial responde a una lógica de sincronización entre eventos del entorno, el estado interno del sistema y una “emoción simulada” asignada a la situación. Esta coordinación es lo que permite que el asistente reaccione de forma coherente, ofreciendo una experiencia comprensible y emocionalmente significativa.

El sistema cuenta con un modelo de estados emocionales simulados, donde cada evento relevante (como una detección facial, un saludo, una orden incomprendida o una larga inactividad) se traduce en una transición emocional interna, que determina cómo debe reaccionar el asistente. Estas emociones no implican una experiencia consciente, sino una forma estructurada de representar reacciones apropiadas al contexto.

Por ejemplo:

* Si el usuario se acerca con una expresión de alegría, el sistema puede adoptar una emoción positiva, reflejada en una cara sonriente, una voz animada y una luz cálida.
* Si hay confusión en la interacción, puede mostrar duda mediante cejas fruncidas, giro lateral y voz más lenta.
* Si el sistema entra en modo de espera prolongado, puede reflejar serenidad o reposo mediante una expresión neutra y luz tenue.
* Al recibir una orden habitual, puede responder con familiaridad, minimizando la variación emocional y priorizando la eficiencia.

Esta coordinación se lleva a cabo mediante un mecanismo de interpretación de eventos, que asigna pesos emocionales a cada estímulo, evalúa su relevancia y decide el tipo de reacción compuesta que debe generarse. La respuesta puede incluir una combinación de rostro animado, iluminación, movimiento y entonación, todos alineados con la misma emoción simulada.

El resultado es un asistente que no actúa por módulos aislados, sino como una unidad expresiva integrada, capaz de transmitir intenciones, estados o reacciones de forma coherente. Esto refuerza su carácter como una presencia artificial con la que se puede establecer una relación afectiva y contextualizada, más allá de la ejecución de comandos.

### Personalización de expresiones y comportamiento

El sistema expresivo de NORA ha sido diseñado de forma modular para permitir su personalización visual y comportamental según las preferencias del usuario, las condiciones del entorno o el propósito del dispositivo en distintos contextos.

Las expresiones faciales, los esquemas de iluminación y los patrones de movimiento pueden ser ajustados manualmente mediante configuraciones accesibles desde el software del sistema. Esta personalización permite modificar aspectos como:

* El estilo gráfico del rostro animado (minimalista, simulado, abstracto).
* La paleta de colores asignada a cada estado funcional o emocional.
* El grado de expresividad (más sobrio o más dinámico).
* El uso o no de ciertos gestos físicos en determinadas situaciones.

Además, NORA puede almacenar un conjunto de perfiles de comportamiento que definen combinaciones de estos elementos. Por ejemplo, un perfil “discreto” puede limitar el uso de luz y sonido, mientras que un perfil “expresivo” activa todos los canales disponibles de forma más visible.

Este sistema no requiere conocimientos técnicos avanzados para su ajuste. Las configuraciones pueden editarse desde archivos de parámetros o a través de un módulo de interfaz gráfica si se implementa en versiones futuras.

La posibilidad de personalizar el comportamiento del asistente permite adaptar su presencia a entornos diversos (hogar, estudio, dormitorio) y a distintos estilos de interacción. También refuerza el carácter abierto y evolutivo del proyecto, permitiendo a otros desarrolladores o usuarios finales modificar el asistente de acuerdo con sus propias necesidades.

## Registro, análisis y uso de información personal

Una de las funcionalidades que diferencia a NORA de otros asistentes convencionales es su capacidad para registrar, organizar y utilizar información generada durante la interacción diaria con el usuario, con el objetivo de ofrecer un acompañamiento personalizado y útil a lo largo del tiempo.

Este registro incluye eventos relevantes como la hora de activación, los recordatorios generados, las posturas detectadas, las respuestas dadas, y cualquier anotación dictada por el usuario mediante voz. A partir de esta información, el sistema puede analizar patrones de comportamiento, generar sugerencias básicas y adaptar ciertas respuestas a las rutinas del usuario.

El enfoque está orientado a la privacidad total: todos los datos se almacenan localmente en una base de datos protegida y no se transmiten ni procesan fuera del dispositivo. Además, el usuario tiene control completo sobre el borrado, exportación o desactivación del registro en cualquier momento.

Este bloque describe en detalle los mecanismos que permiten a NORA construir un perfil funcional del usuario, detectar hábitos, generar estadísticas de uso simples, y adaptar su comportamiento o lenguaje a partir de esa información, manteniendo siempre una lógica explicable, accesible y segura.

### Creación de perfil de usuario basado en hábitos

NORA incorpora un sistema de registro local que permite construir un perfil funcional del usuario basado en la observación de sus interacciones a lo largo del tiempo. Este perfil no está asociado a datos personales sensibles ni a identificadores biométricos, sino que se forma a partir de patrones de uso, rutinas y preferencias detectadas durante el funcionamiento habitual del asistente.

Entre los elementos registrados se encuentran:

* Frecuencia y horarios de activación.
* Tipos de recordatorios solicitados.
* Reacciones a sugerencias o mensajes automáticos.
* Posturas más habituales durante la interacción visual.
* Uso relativo de cada módulo funcional.

Con estos datos, el sistema puede generar un modelo básico de comportamiento, útil para personalizar la interacción. Por ejemplo, si el usuario suele activar a NORA por la mañana y pedir recordatorios relacionados con la hidratación, el asistente puede ofrecer recomendaciones anticipadas a esa hora, de forma sutil y opcional.

Este perfil también permite adaptar elementos expresivos o funcionales. Un usuario que responde mejor a recordatorios visuales puede recibir más señales por iluminación; uno que interactúa principalmente por voz puede ver priorizada la respuesta auditiva sobre la visual.

La generación del perfil se realiza de forma automática y evolutiva. El sistema no extrae conclusiones cerradas ni genera perfiles complejos, sino que acumula indicadores simples y configurables, accesibles en todo momento por el usuario. Además, se incluye la opción de reiniciar el perfil, borrar el historial o desactivar este módulo sin afectar el funcionamiento general.

Con esta funcionalidad, NORA adquiere una dimensión adaptativa, capaz de evolucionar con su entorno y de ofrecer una experiencia más coherente y afinada, manteniendo siempre el control del lado del usuario.

### Registro local de eventos, notas y observaciones

NORA cuenta con un sistema interno de registro que permite almacenar localmente información generada durante la interacción, con el objetivo de servir como asistente funcional y herramienta de seguimiento. Este sistema está basado en una base de datos ligera que gestiona distintos tipos de eventos de forma estructurada, segura y accesible para el propio usuario o desarrollador.

Los elementos registrados pueden incluir:

* Notas dictadas por voz (como listas, ideas rápidas o mensajes personales).
* Recordatorios programados o recurrentes.
* Eventos relevantes detectados por el sistema (activaciones, sugerencias aceptadas o rechazadas, cambios de estado).
* Advertencias relacionadas con la postura o el comportamiento sedentario.
* Marcas temporales que permitan reconstruir el patrón de uso del asistente.

Toda esta información se almacena de forma cifrada y local, sin conexión a servicios externos ni sincronización automática. El diseño del sistema permite al usuario consultar, exportar o eliminar datos concretos mediante una interfaz básica o comandos por voz, manteniendo siempre la trazabilidad y el control total.

El objetivo de este módulo no es la acumulación masiva de datos, sino la posibilidad de recuperar información útil y contextualizada. Por ejemplo, el usuario puede preguntar “¿qué nota guardé ayer por la tarde?” o “¿qué me recordaste esta mañana?”, y NORA será capaz de acceder al contenido registrado y reproducirlo.

Este registro también permite establecer una base para otras funcionalidades, como el análisis de hábitos, la generación de estadísticas personales o la adaptación de la interfaz conversacional. A nivel técnico, se estructura en tablas independientes para cada tipo de evento, lo que facilita su mantenimiento y escalabilidad futura.

Gracias a este sistema de registro, NORA se convierte en una herramienta de organización y seguimiento personal, capaz de actuar como una extensión de la memoria del usuario en un entorno controlado, privado y transparente.

### Detección de patrones y sugerencias de mejora

A partir del registro de eventos e interacciones, NORA es capaz de identificar patrones simples de comportamiento y generar sugerencias orientadas a mejorar ciertos hábitos o rutinas del usuario. Esta funcionalidad no tiene un enfoque intrusivo ni normativo, sino que opera de forma sutil, ofreciendo recomendaciones solo cuando los datos registrados permiten establecer tendencias consistentes a lo largo del tiempo.

Los patrones detectables pueden incluir:

* Uso reiterado del asistente en franjas horarias concretas.
* Posturas mantenidas o inadecuadas durante periodos prolongados.
* Omisión frecuente de recordatorios.
* Reducción en la interacción o abandono de ciertas funciones.
* Reacciones negativas ante determinadas sugerencias o gestos.

A partir de estos patrones, el sistema puede emitir mensajes breves y opcionales, como:  
“Últimamente pasas más tiempo frente al escritorio sin pausas. ¿Te gustaría que te recordara estirarte cada hora?”  
O bien:  
“Has dejado de utilizar los recordatorios de hidratación. ¿Quieres que los pause temporalmente?”

Estas sugerencias no se imponen ni se repiten insistentemente. Se comunican una sola vez por evento y pueden ser aceptadas, rechazadas o ignoradas sin afectar el comportamiento general del sistema. En caso de aceptación, se actualiza el perfil del usuario o se activa la función sugerida.

Desde el punto de vista técnico, esta funcionalidad se basa en evaluadores de reglas simples y umbrales dinámicos, que interpretan datos acumulados del registro sin requerir algoritmos complejos ni procesamiento intensivo.

Gracias a este mecanismo, NORA refuerza su papel como asistente atento y adaptativo, capaz de acompañar la evolución del usuario sin imponer cambios ni generar dependencia, manteniendo una interacción respetuosa, relevante y propositiva.

### Generación de recordatorios o alertas personalizadas

Uno de los usos más prácticos de NORA como asistente es su capacidad para gestionar recordatorios y emitir alertas relacionadas con rutinas personales, tareas específicas o recomendaciones contextuales. Esta funcionalidad permite que el sistema actúe como un agente de apoyo cotidiano, sin requerir interfaces adicionales ni aplicaciones externas.

Los recordatorios pueden generarse de tres maneras:

* Mediante comandos de voz directos (“Recuérdame beber agua a las cuatro”).
* A partir de patrones detectados por el sistema (“¿Quieres que te avise si vuelves a estar sentado más de una hora?”).
* Por programación interna periódica, configurada por el usuario (como mensajes matutinos, recordatorios de descanso o revisiones semanales).

Cada recordatorio se almacena en la base de datos local y puede incluir una frase personalizada, una hora o condición de activación, y una forma de notificación preferida (voz, luz, expresión visual o combinación de estas). El sistema comprueba las condiciones cada cierto intervalo y ejecuta la alerta correspondiente si se cumple el criterio establecido.

Además, el sistema permite gestionar estos recordatorios con comandos posteriores como “elimina el recordatorio de mañana” o “muéstrame mis avisos para hoy”, lo que refuerza su utilidad como herramienta de organización personal. Las notificaciones pueden repetirse, diferirse o cancelarse según la respuesta del usuario.

Técnicamente, la generación de alertas se basa en un sistema interno de temporizadores y condiciones, gestionado por un motor de eventos que opera en segundo plano. Esto permite que la funcionalidad se mantenga activa incluso cuando otros módulos del sistema están en reposo.

Gracias a esta capacidad, NORA se convierte en un asistente funcionalmente útil además de expresivo, capaz de integrarse en las dinámicas diarias del usuario sin requerir esfuerzo adicional, y respetando en todo momento el control, la privacidad y el contexto de uso.

### Control completo del usuario sobre los datos almacenados

El diseño de NORA incorpora desde su concepción un principio fundamental: el control total del usuario sobre la información registrada. Esto se aplica tanto a los datos almacenados de forma automática (eventos, hábitos, interacciones), como a las entradas dictadas explícitamente por el usuario (notas, recordatorios, comandos personalizados).

Todos los datos se guardan en local, en una estructura de base de datos legible, accesible y gestionada por el propio sistema. No existe ningún mecanismo de sincronización remota, exportación automática o procesamiento externo, lo que garantiza que la información se mantiene dentro del dispositivo en todo momento, bajo supervisión directa del usuario.

El sistema permite realizar acciones de gestión de datos mediante comandos de voz o a través de un panel básico de control (si se implementa una interfaz visual). Las operaciones disponibles incluyen:

* Consultar notas, recordatorios o interacciones pasadas.
* Eliminar entradas específicas (“Borra la nota de ayer por la tarde”).
* Reiniciar completamente el historial.
* Exportar los datos en formato estructurado para su consulta externa.
* Desactivar el módulo de registro de forma temporal o permanente.

Además, todos los procesos que impliquen almacenamiento de información se acompañan de una confirmación explícita, evitando que el usuario guarde contenido sin saberlo o sin querer hacerlo. El sistema no registra conversaciones completas ni audio en crudo, sino solo el resultado final de cada interacción, como comandos interpretados o eventos registrados.

Esta política de diseño permite a NORA ofrecer funcionalidades avanzadas de personalización y seguimiento sin comprometer la privacidad ni delegar el control, alineándose con los valores fundamentales del proyecto: autonomía, transparencia y respeto por la relación entre usuario y tecnología.

## Gestión de rutinas y tareas cotidianas

NORA no se limita a reaccionar ante comandos puntuales o a registrar información pasiva. Una de sus funcionalidades clave es la capacidad de asistir al usuario en la estructuración, seguimiento y mejora de sus rutinas diarias, actuando como un sistema de apoyo práctico para la organización personal y el cumplimiento de pequeños objetivos cotidianos.

Este bloque funcional permite programar, modificar y ejecutar rutinas definidas por el usuario, como por ejemplo: despertarse a una hora determinada, beber agua con regularidad, realizar pausas activas, revisar pendientes, o activar un modo de descanso al final del día. Cada rutina puede incluir una o varias acciones combinadas, ejecutadas de forma secuencial o en respuesta a eventos específicos.

El diseño del sistema contempla una estructura modular de rutinas, lo que permite que el usuario configure hábitos personalizados sin necesidad de programación avanzada. Las rutinas pueden activarse de forma automática (por horario), por condiciones contextuales (como la detección de presencia o postura), o por comandos directos (“Activa la rutina de tarde”).

Este bloque describe las funcionalidades asociadas a la gestión de rutinas: su creación, activación, seguimiento, modificación, y su integración con los módulos expresivos y perceptivos de NORA. Se trata de una herramienta que convierte al asistente en un agente organizador y propositivo, capaz de participar activamente en la dinámica diaria del usuario de forma discreta, flexible y significativa.

### Recordatorios vocales programables

NORA incorpora un sistema de recordatorios que permite al usuario programar mensajes hablados personalizados, destinados a facilitar el seguimiento de tareas cotidianas, hábitos saludables o eventos puntuales a lo largo del día. Esta funcionalidad se integra de forma natural en la interacción por voz y en el comportamiento expresivo del asistente, permitiendo que los avisos se presenten de manera contextual, clara y no intrusiva.

Los recordatorios se configuran mediante comandos de voz simples, como por ejemplo: “Recuérdame salir a las seis” o “Avísame para beber agua dentro de una hora”. El sistema interpreta la orden, genera un registro en su base de datos local y programa la ejecución del aviso correspondiente. Cada recordatorio incluye una frase personalizada, una condición temporal o contextual que lo activa, y un canal preferente de notificación, generalmente basado en voz sintetizada, aunque también puede incluir elementos visuales o gestuales.

Una vez registrado, el recordatorio permanece activo hasta su ejecución o cancelación. El usuario puede solicitar su modificación en cualquier momento, consultar qué recordatorios están programados, o pedir al asistente que los pause, retrase o elimine. Además, es posible establecer repeticiones o asociar recordatorios a determinadas franjas del día, como parte de una rutina mayor.

Cuando se alcanza la condición definida, NORA reproduce el mensaje mediante su sistema de voz, acompañado —si corresponde— por una expresión facial animada o una breve señal luminosa. Este enfoque permite que el recordatorio sea percibido de manera natural y efectiva, sin necesidad de notificaciones visuales en pantalla ni dispositivos adicionales.

Este sistema está diseñado para integrarse en la vida diaria sin generar dependencia ni saturación. El usuario tiene siempre el control sobre qué se recuerda, cuándo, cómo y con qué frecuencia. La información se almacena de forma privada y local, sin conexión a servicios externos ni transmisión de datos.

Gracias a esta funcionalidad, NORA actúa como un asistente atento y puntual, capaz de reforzar hábitos positivos, mantener al usuario enfocado en sus prioridades y acompañar su organización cotidiana de forma discreta, expresiva y eficaz.

### Notas rápidas por voz

NORA permite al usuario dictar notas rápidas mediante comandos de voz, que quedan registradas localmente para su posterior consulta. Esta funcionalidad convierte al asistente en una herramienta de apoyo cognitivo inmediata, capaz de actuar como libreta digital en situaciones donde escribir no resulta práctico o deseable.

El sistema está diseñado para interpretar frases naturales como “Guarda una nota: comprar pilas” o “Anota que mañana tengo reunión a las tres”. Tras procesar el mensaje mediante el módulo de reconocimiento de voz, NORA registra el contenido en su base de datos junto con una marca temporal y lo clasifica como una entrada accesible desde el módulo de gestión de notas.

Las notas se almacenan de forma estructurada y pueden ser consultadas por el usuario en cualquier momento. Basta con preguntas como “¿Qué nota guardé hoy por la mañana?” o “¿Qué notas tengo pendientes?”. NORA responde mediante voz, reproduciendo el contenido registrado y, si es necesario, ofreciendo un resumen por bloques si el número de entradas es elevado.

El sistema permite eliminar notas específicas, limpiar el historial completo o exportar el contenido registrado si el usuario así lo solicita. No se requiere ninguna interfaz visual adicional para utilizar esta función, ya que todo el proceso —creación, consulta y gestión— puede realizarse íntegramente por voz.

Esta funcionalidad está concebida para situaciones de uso cotidiano, como registrar ideas espontáneas, recordatorios informales o información que el usuario desea almacenar sin interrumpir lo que está haciendo. La simplicidad del proceso refuerza la accesibilidad de NORA como asistente personal, al tiempo que preserva la privacidad y la autonomía del sistema al operar de forma completamente local.

Gracias a esta herramienta, NORA se convierte en un apoyo inmediato para la memoria funcional del usuario, permitiendo que pensamientos fugaces, tareas pendientes o mensajes importantes no se pierdan, y estén disponibles en cualquier momento posterior, sin esfuerzo ni distracción.

### Acompañamiento en rutinas diarias (saludos, descanso, hidratación)

Además de responder a órdenes específicas, NORA ha sido diseñada para ofrecer un acompañamiento activo y contextualizado en las rutinas diarias del usuario, integrando pequeños gestos, mensajes espontáneos y recomendaciones básicas que refuerzan el bienestar cotidiano sin necesidad de que el usuario solicite cada acción.

Este acompañamiento se expresa de forma natural, mediante interacciones breves pero significativas que se producen en momentos concretos del día. Por ejemplo, al activarse por la mañana, NORA puede emitir un saludo personalizado como “Buenos días, recuerda que hoy tienes pendiente una reunión” o simplemente iniciar la jornada con una animación facial y una breve señal luminosa que indique disponibilidad.

A lo largo del día, si detecta largos periodos de inactividad, NORA puede sugerir pausas para descansar la vista o realizar pequeños estiramientos, basándose en sus capacidades de estimación postural. De igual forma, si el perfil del usuario lo incluye, puede emitir recordatorios suaves sobre hidratación, autocuidado o cambios de postura, formulados de forma cercana y no intrusiva.

Al llegar la noche o cuando el usuario desactiva el sistema, NORA puede despedirse con una expresión visual relajada, un mensaje adaptado al contexto horario o incluso una breve animación de transición al estado de reposo. Estas acciones refuerzan la percepción del asistente como un agente presente, atento y respetuoso con los ritmos naturales del usuario.

El objetivo no es crear dependencia ni imponer recomendaciones constantes, sino establecer una presencia atenta y personalizada, capaz de contribuir de manera discreta y eficaz al mantenimiento de hábitos saludables. Todas estas intervenciones están configuradas para ser ajustables o desactivables por el usuario, manteniendo en todo momento el control sobre el tipo y la frecuencia de los mensajes emitidos.

Con estas funcionalidades, NORA deja de ser un simple ejecutor de órdenes y se transforma en un compañero tecnológico cotidiano, presente en los momentos clave del día, aportando valor con acciones pequeñas pero coherentes, alineadas con el bienestar y las preferencias del usuario.

### Seguimiento de objetivos personales

NORA ofrece la posibilidad de realizar un seguimiento básico de objetivos personales, con el fin de reforzar la motivación del usuario y facilitar la constancia en tareas o hábitos definidos a lo largo del tiempo. Esta funcionalidad no busca sustituir plataformas especializadas de productividad, sino proporcionar un acompañamiento accesible y expresivo dentro del mismo entorno de interacción diaria.

El sistema permite al usuario registrar metas simples mediante comandos como “Quiero beber agua tres veces al día” o “Ayúdame a mantener una rutina de estiramientos cada mañana”. A partir de esta información, NORA crea un registro estructurado que incluye el objetivo, los intervalos esperados de cumplimiento, y el tipo de recordatorio o interacción que debe acompañar el proceso.

Cada vez que el usuario cumple con la tarea —ya sea de forma autónoma o tras un aviso emitido por el asistente—, puede marcarla como realizada con una orden sencilla: “Ya he bebido agua”, “He hecho los estiramientos”, o simplemente “Objetivo completado”. El sistema registra esa acción y actualiza el estado de avance en la base de datos interna.

NORA puede ofrecer un resumen verbal periódico del progreso alcanzado, como por ejemplo al final del día o al activarse por la mañana: “Ayer cumpliste 2 de los 3 objetivos marcados. ¿Quieres seguir con ellos hoy?” Este tipo de retroalimentación contribuye a reforzar la continuidad sin ejercer presión, manteniendo un tono constructivo y personalizado.

Los objetivos pueden ser modificados o eliminados en cualquier momento, y su seguimiento se realiza exclusivamente en local, sin almacenar datos sensibles ni asociarlos a perfiles externos. Esta funcionalidad está diseñada para que el usuario pueda gestionar pequeñas metas cotidianas —como mejorar su postura, aumentar la hidratación, reducir el tiempo sentado o introducir pausas de descanso— dentro del mismo flujo de interacción natural con NORA.

Gracias a este módulo, el asistente adquiere una dimensión de soporte diario con valor práctico y emocional, aportando estructura, memoria y estímulo sin invadir la autonomía del usuario ni requerir interfaces externas.

### Generación de respuestas adaptadas al progreso

Como parte de su funcionalidad de acompañamiento y seguimiento, NORA es capaz de modular sus respuestas en función del progreso y la constancia del usuario en sus objetivos personales o rutinas programadas. Esta capacidad no se basa en análisis complejos, sino en una lógica simple y transparente que ajusta el tono, el contenido y la forma de las interacciones para hacerlas más relevantes y motivadoras.

A medida que el usuario registra avances —ya sea completando recordatorios, manteniendo hábitos saludables o cumpliendo tareas programadas— el sistema reconoce estos eventos y los vincula a respuestas expresivas diferenciadas. Por ejemplo, si durante varios días se cumple un mismo objetivo sin fallos, NORA puede responder con un mensaje positivo como “Veo que estás siendo constante con tu rutina. ¡Buen trabajo!” o variar la entonación de su voz para expresar entusiasmo.

En cambio, si se detecta una disminución en la frecuencia de interacción con una rutina específica, el asistente puede suavizar sus recordatorios o plantearlos en forma de pregunta opcional, como “¿Quieres seguir hoy con el objetivo de hidratación, o lo pausamos un tiempo?”. Esta adaptación no pretende ejercer presión ni emitir juicios, sino mantener una interacción sensible al contexto del usuario, permitiéndole ajustar sus prioridades sin generar fricción.

Estas respuestas no son automáticas ni invasivas. Se activan solo cuando hay una base mínima de datos acumulados que justifique una modificación del comportamiento, y siempre se comunican de forma breve, clara y opcional. Además, el usuario puede desactivar esta función si prefiere que el asistente mantenga un tono neutral en todo momento.

Gracias a este mecanismo, NORA no se limita a repetir comandos ni emitir recordatorios genéricos, sino que evoluciona con el usuario, reconociendo sus esfuerzos y adaptándose a sus ritmos reales, con una presencia que refuerza el vínculo cotidiano de forma respetuosa, coherente y motivadora.

## Seguridad, control y privacidad local

NORA ha sido concebido como un asistente personal, cercano y expresivo, pero también como un sistema autónomo, seguro y respetuoso con la privacidad del usuario. A diferencia de la mayoría de asistentes comerciales, que dependen de servidores remotos y servicios en la nube, NORA opera de forma completamente local, garantizando que todos los datos, interacciones y decisiones permanezcan dentro del propio dispositivo.

Este principio de funcionamiento local no solo refuerza la privacidad, sino que otorga al usuario un control total sobre el sistema, tanto a nivel funcional como informativo. Ninguna señal de audio, imagen, texto o comando se transmite a redes externas, ni se almacena fuera del ámbito físico del propio asistente. NORA no requiere acceso a internet para sus funciones principales, y todos los módulos de reconocimiento, síntesis y análisis están diseñados para ejecutarse en el hardware disponible.

Además, el diseño modular y documentado permite que el propio usuario inspeccione, edite o desactive partes del sistema según sus preferencias, facilitando una interacción transparente y personalizable, sin dependencias ocultas ni procesos opacos.

Este bloque presenta los mecanismos que NORA implementa para asegurar un uso seguro, controlado y privado. Se describen las estrategias de aislamiento de datos, los métodos de protección del acceso físico y lógico, la gestión de permisos internos, y las herramientas de supervisión diseñadas para que el usuario tenga siempre la última palabra sobre lo que el sistema ve, oye, recuerda o responde.

### Procesamiento completamente offline

A diferencia de muchos asistentes virtuales contemporáneos, NORA ha sido diseñado desde sus fundamentos para funcionar de manera completamente offline, sin necesidad de conexión a internet ni dependencia de servidores externos. Esta decisión no solo responde a consideraciones técnicas, sino a una voluntad explícita de preservar la privacidad del usuario, garantizar la continuidad del servicio y evitar riesgos asociados a la externalización del procesamiento.

Todos los módulos clave del sistema —incluyendo el reconocimiento de voz, la síntesis hablada, la detección visual, el análisis postural y la gestión de datos— operan de forma local, ejecutándose en hardware embebido o en entornos controlados por el propio usuario. No se realiza ninguna consulta, envío de información ni sincronización con plataformas en la nube.

Esta arquitectura ofrece múltiples ventajas: elimina la exposición a vulnerabilidades remotas, garantiza que la información sensible nunca abandone el dispositivo, y permite que NORA funcione incluso en entornos sin conectividad o con restricciones de red. Además, refuerza la autonomía del sistema, asegurando que todas las funciones esenciales estén disponibles en cualquier momento, sin depender de servicios de terceros.

A nivel técnico, se ha priorizado el uso de bibliotecas ligeras, modelos optimizados y sistemas de almacenamiento local estructurado, lo que permite mantener un buen rendimiento incluso en plataformas de recursos limitados. Esta filosofía de diseño convierte a NORA en un asistente verdaderamente independiente, controlado exclusivamente por su propietario y alineado con principios de seguridad, sostenibilidad y soberanía tecnológica.

### Activación selectiva y desactivación intencionada

NORA no permanece en funcionamiento continuo ni en escucha permanente. El sistema ha sido diseñado para activarse y desactivarse de forma explícita, intencionada y controlada por el usuario, respetando así su privacidad y autonomía en todo momento. Esta decisión responde tanto a criterios éticos como técnicos, evitando la percepción de vigilancia pasiva o actividad no deseada por parte del asistente.

La activación principal se realiza a través de una etiqueta NFC personalizada, que el usuario aproxima al lector del sistema para iniciar su puesta en marcha. Este gesto físico no solo cumple la función técnica de encendido, sino que actúa como acto simbólico de consentimiento, marcando de forma clara el inicio de la interacción. Solo a partir de este momento se habilitan los módulos de percepción, análisis y respuesta.

De igual modo, el mismo gesto puede utilizarse para forzar la desconexión del sistema, lo que provoca el apagado ordenado de todos los módulos activos, la entrada en estado de reposo y la interrupción inmediata de la escucha, visión y procesamiento. Este ciclo garantiza que NORA solo está presente cuando el usuario lo desea, y que cualquier actividad fuera de ese periodo queda descartada.

Adicionalmente, pueden definirse otras condiciones de activación o desactivación, como el paso del tiempo sin interacción, horarios programados, o comandos verbales directos (“descansa”, “desconéctate”). Estas opciones permiten adaptar el comportamiento del sistema a distintos entornos y rutinas personales.

Gracias a este enfoque, NORA no solo cumple con principios de privacidad, sino que incorpora una dimensión de interacción consciente, donde el propio usuario regula cuándo desea que el asistente esté presente, y bajo qué condiciones debe mantenerse inactivo.

### Señalización clara del estado operativo

Para reforzar la transparencia en la relación entre el usuario y el asistente, NORA incorpora un sistema de señalización visual explícita de su estado operativo, que permite en todo momento saber si el dispositivo está activo, en espera o completamente desconectado. Esta señalización cumple una función tanto informativa como ética, al eliminar cualquier ambigüedad sobre lo que el sistema está haciendo en un momento determinado.

El estado del sistema se comunica mediante elementos de iluminación programada, expresiones faciales animadas y, en algunos casos, posturas físicas del dispositivo. Por ejemplo, una luz blanca tenue puede indicar que el sistema está en reposo, una luz azul constante puede señalar que se encuentra en escucha activa, y una expresión facial neutra con mirada fija puede indicar atención o espera de interacción. En cambio, la ausencia total de luz o movimiento denota el estado de reposo completo o apagado.

Estos indicadores no son decorativos: están sincronizados directamente con el estado real de los módulos de percepción y procesamiento. Cuando el micrófono o la cámara están activos, el usuario lo sabe. Cuando no lo están, también. No existe ambigüedad, ni operaciones en segundo plano no visibles para el usuario.

Esta lógica de señalización se extiende también a eventos puntuales. Por ejemplo, cuando el sistema procesa un comando, emite una señal breve; cuando se produce un error, se muestra una expresión de duda o una variación cromática; y cuando el usuario emite una orden de desconexión, NORA adopta una posición de reposo visible y coherente.

La claridad en la señalización no solo mejora la experiencia de uso, sino que refuerza la confianza en el sistema. El usuario no necesita consultar manuales ni interfaces externas para saber si el asistente está funcionando: la propia presencia del dispositivo comunica de forma directa, intuitiva y visible su estado actual.

### Mecanismos de bloqueo o apagado de módulos individuales

El diseño de NORA contempla la posibilidad de desactivar individualmente sus distintos módulos funcionales, permitiendo al usuario configurar el grado de actividad y exposición del sistema en función de sus necesidades, preferencias o contexto de uso. Esta capacidad de control modular es clave para garantizar una interacción respetuosa y adaptable, sin requerir el apagado completo del asistente cuando solo se desea restringir una parte de su funcionamiento.

Cada módulo principal —como el micrófono, la cámara, el reconocimiento de voz, el análisis postural o la base de datos de registro— puede ser bloqueado, desactivado o limitado temporalmente, ya sea mediante comandos de voz (“apaga la cámara”, “silencia el micrófono”), configuraciones predefinidas o activadores físicos, si el hardware lo permite.

Por ejemplo, el usuario puede mantener activo el módulo de voz pero desactivar la percepción visual en entornos privados, o permitir la iluminación reactiva sin activar la síntesis de voz. También es posible definir perfiles de funcionamiento (como “modo nocturno”, “modo invitado” o “modo silencioso”) que modifican automáticamente el comportamiento del asistente en situaciones concretas.

Técnicamente, la arquitectura de NORA permite que estos módulos operen de forma desacoplada, con procesos independientes que pueden detenerse sin afectar la estabilidad del sistema general. Esta modularidad no solo mejora la eficiencia y el consumo energético, sino que otorga al usuario un control fino y granular sobre lo que el asistente hace en cada momento.

El bloqueo de módulos no altera el registro previo ni interfiere en la lógica de interacción. Simplemente suspende su ejecución y desactiva las funciones asociadas mientras dure la restricción. En cualquier momento, el usuario puede revertir la configuración y reactivar los componentes deseados con total seguridad.

Gracias a estos mecanismos, NORA puede adaptarse a entornos diversos y a distintos niveles de sensibilidad personal, reforzando su carácter como asistente respetuoso, configurable y centrado en el control consciente del usuario.

### Transparencia funcional e interfaz no invasiva

NORA ha sido diseñado bajo el principio de transparencia funcional, lo que implica que todas sus acciones, procesos y decisiones deben ser comprensibles, accesibles y previsibles para el usuario. Esta transparencia se extiende tanto a las funciones internas del sistema como a la forma en que se comunican y representan externamente, sin recurrir a capas de complejidad innecesaria ni a comportamientos opacos.

Cada módulo de NORA puede ser supervisado de manera explícita. El usuario puede conocer en todo momento qué funciones están activas, qué datos se están registrando y qué lógica está guiando las respuestas del asistente. Esto puede hacerse a través de respuestas verbales al estilo “Estoy escuchando” o “No estoy registrando nada en este momento”, o mediante una interfaz de control simple, donde se visualizan los estados operativos actuales.

Además, la interfaz física y expresiva de NORA ha sido diseñada para ser no invasiva, lo que significa que su presencia en el entorno doméstico o personal no resulta intrusiva, molesta ni dominante. El asistente no interrumpe sin motivo, no emite sonidos constantes, ni reproduce mensajes no solicitados. Su activación, respuesta y comportamiento se rigen por eventos definidos, con una lógica clara que evita sorpresas o sobrecarga de estímulos.

El lenguaje utilizado por el sistema, tanto en sus mensajes hablados como en sus expresiones visuales, también ha sido cuidado para mantener un tono accesible, respetuoso y neutral, evitando instrucciones autoritarias, juicios implícitos o inferencias no deseadas. Esta actitud comunicativa contribuye a construir una relación basada en la confianza y el control compartido, no en la dependencia tecnológica.

Este compromiso con la transparencia y la no invasividad convierte a NORA en un asistente coherente con su propia filosofía: una herramienta inteligente y expresiva, pero también ética, predecible y diseñada para integrarse de forma respetuosa en la vida cotidiana del usuario.

## Posibilidades de expansión futura

Aunque NORA ha sido concebido como un sistema funcional y completo en su estado actual, su arquitectura modular permite una evolución progresiva y controlada, orientada a la incorporación de nuevas capacidades técnicas y expresivas. Estas posibilidades de expansión no forman parte del diseño básico, pero están contempladas desde el inicio como vías de desarrollo natural, en función del tiempo, las necesidades del usuario o los recursos disponibles.

El sistema admite tanto la ampliación de sus módulos físicos (sensores, actuadores, interfaces), como la integración con plataformas externas, lo que abre la puerta a usos más complejos, entornos colaborativos o nuevos dominios de aplicación. Esta orientación hacia el crecimiento continuo está respaldada por un diseño transparente, documentado y estructurado en capas, que facilita la incorporación de nuevas funciones sin comprometer la estabilidad ni la filosofía general del proyecto.

En este bloque se describen algunas de las principales líneas de desarrollo que podrían explorarse en el futuro: desde la conexión con otros dispositivos del hogar, hasta la mejora en la comprensión emocional o la adaptación personalizada mediante aprendizaje automático. No se trata de objetivos cerrados, sino de potenciales evolutivos, pensados para guiar futuras fases del proyecto o inspirar colaboraciones externas.

### Conexión con dispositivos IoT del hogar

Una de las expansiones naturales del ecosistema de NORA es su integración con dispositivos del hogar conectados, dentro del entorno conocido como Internet of Things (IoT). Esta conexión permitiría que el asistente no solo reaccionara a eventos inmediatos, sino que también interactuara activamente con su entorno físico, controlando o recibiendo información de otros dispositivos inteligentes.

Mediante esta integración, NORA podría encender luces, ajustar la temperatura, reproducir música o consultar el estado de sensores domésticos, todo a través de comandos de voz o rutinas automatizadas. Por ejemplo, al detectar que el usuario está presente y en posición de lectura, el sistema podría ajustar la luz ambiental; al iniciar la rutina de descanso, podría apagar dispositivos seleccionados y adoptar un tono de voz más bajo.

Esta funcionalidad se puede implementar a través de protocolos estándar como MQTT, HTTP REST o WebSockets, que permiten a NORA comunicarse con hubs domóticos o directamente con dispositivos compatibles. Para maximizar la compatibilidad y la simplicidad, se contempla la posibilidad de integrar el asistente con plataformas de automatización como Home Assistant, lo que facilitaría la conexión con una gran variedad de dispositivos comerciales sin modificar su firmware.

Esta expansión no altera la arquitectura básica de NORA. La conexión IoT se trataría como un módulo adicional, configurable por el usuario, y que puede ser activado o desactivado según el entorno o las preferencias personales. Se mantendría la prioridad de la ejecución local y el control explícito, de forma que ningún dispositivo externo pueda activar el sistema sin intervención directa del usuario.

Gracias a esta integración, NORA puede evolucionar desde un asistente autónomo centrado en la interacción personal, hacia un coordinador del entorno doméstico inteligente, ampliando su funcionalidad sin comprometer su privacidad ni su filosofía de diseño original.

### Reconocimiento de más emociones o gestos complejos

En su versión actual, NORA es capaz de identificar expresiones faciales básicas y posturas generales del usuario, lo que le permite adaptar su comportamiento a estados emocionales y físicos evidentes. Sin embargo, una vía clara de evolución técnica es la incorporación de modelos más avanzados de reconocimiento emocional y gestual, capaces de interpretar una mayor variedad de señales no verbales y extraer información más matizada del contexto.

Esta expansión permitiría al sistema detectar no solo emociones primarias como alegría o tristeza, sino también variaciones intermedias como sorpresa, concentración, incomodidad o confusión. Del mismo modo, el análisis del lenguaje corporal podría extenderse a gestos de la mano, cambios en la posición del torso o microexpresiones, lo que enriquecería la capacidad del asistente para interpretar el estado anímico y la intención comunicativa del usuario.

Para ello, NORA podría integrar módulos de visión por computador basados en modelos más complejos de aprendizaje profundo, entrenados con conjuntos de datos específicos de interacción humana. Estos modelos podrían ejecutarse en versiones más potentes del hardware, o activarse de forma puntual cuando se detecten eventos relevantes que justifiquen su uso.

La interpretación avanzada de emociones no tendría como objetivo realizar diagnósticos psicológicos, sino mejorar la adecuación del comportamiento del asistente. Por ejemplo, responder con mayor empatía ante una expresión de cansancio, ajustar el nivel de interacción según el estado emocional, o simplemente evitar interrupciones si se detecta concentración.

Como en todas las funciones de NORA, esta expansión se plantea con un enfoque de modularidad y respeto por la privacidad. El reconocimiento emocional avanzado solo se activaría con consentimiento explícito del usuario, y todos los datos visuales seguirían siendo procesados en local, sin almacenamiento de imágenes ni envío a servidores externos.

Este desarrollo aportaría a NORA una mayor sensibilidad en su interacción y reforzaría su papel como asistente expresivo y adaptativo, capaz de ajustarse con mayor precisión al estado y las necesidades del usuario.

### Integración con asistentes externos como Home Assistant

Una posibilidad de expansión especialmente relevante para usuarios con un ecosistema domótico ya desplegado es la integración de NORA con asistentes de automatización del hogar como Home Assistant, una plataforma de código abierto ampliamente adoptada por la comunidad maker y entornos domésticos inteligentes.

A través de esta integración, NORA podría actuar como una interfaz expresiva y centralizada para múltiples dispositivos, permitiendo no solo la activación de escenas o la consulta del estado del hogar, sino también la coordinación proactiva de rutinas y la toma de decisiones basada en el comportamiento observado del usuario.

Por ejemplo, al detectar que el usuario está iniciando su jornada, NORA podría consultar el estado de Home Assistant y activar una secuencia de eventos como abrir persianas, encender luces específicas, ajustar la temperatura ambiente y proporcionar verbalmente un resumen del día. Durante la noche, podría consultar sensores ambientales para adaptar el comportamiento de descanso o ajustar la iluminación según las condiciones reales del entorno.

Esta integración se realizaría a través de API REST, MQTT u otras interfaces estándar, sin requerir modificaciones en el núcleo funcional de NORA. El asistente seguiría operando de forma local y controlada, pero con la capacidad de extender su alcance mediante una capa de comunicación adicional. La seguridad de la conexión estaría garantizada mediante autenticación local y reglas de acceso explícitas definidas por el usuario.

Además, esta sinergia permitiría a NORA leer y escribir estados de dispositivos ya configurados en Home Assistant, convirtiéndose en un nodo más dentro del sistema, pero con una capa adicional de interacción natural, visual y expresiva que otros elementos del hogar no poseen.

Con esta capacidad, NORA dejaría de ser un asistente aislado para convertirse en una interfaz viva y dinámica de un hogar inteligente más amplio, donde su expresividad, comprensión contextual y presencia física aportan un valor diferencial frente a otros métodos de control más convencionales.

### Añadido de sensores ambientales o biométricos

La arquitectura física y lógica de NORA está preparada para admitir la incorporación de sensores adicionales que amplíen su capacidad de percepción y análisis del entorno. Esta expansión permitiría dotar al asistente de una conciencia ambiental más rica, así como de una capacidad de respuesta más fina ante condiciones fisiológicas o contextuales del usuario.

Entre los sensores ambientales contemplados se encuentran módulos de detección de temperatura, humedad, calidad del aire, CO₂, nivel de ruido o intensidad lumínica. Estos componentes pueden conectarse al sistema mediante buses estándar como I²C, SPI o UART, y permitir que NORA adapte su comportamiento a condiciones reales del entorno físico. Por ejemplo, podría advertir sobre una ventilación deficiente, modificar la iluminación según el nivel ambiental, o evitar emitir sonidos si el nivel de ruido es elevado.

Por otro lado, el sistema también podría incorporar sensores biométricos no invasivos, como medidores de ritmo cardíaco (basados en pulsioximetría), sensores de proximidad térmica o sensores capacitivos de presencia en el asiento. Esta información no se utilizaría con fines clínicos, pero sí para ofrecer una respuesta más afinada a los estados físicos del usuario, como detectar estrés postural, sedentarismo prolongado o patrones de respiración alterados.

Todos estos sensores se integrarían como módulos opcionales, con procesos de adquisición independientes y posibilidad de activación selectiva. La lógica de decisión de NORA los interpretaría mediante umbrales configurables, reglas de comportamiento simples o combinaciones contextuales, evitando interpretaciones excesivas o reacciones injustificadas.

En términos de privacidad, toda la información recogida se mantendría en el sistema local, sin almacenamiento de datos brutos ni asociación directa a parámetros personales sensibles. El usuario tendría siempre la opción de desactivar los sensores o consultar los valores registrados mediante comandos específicos.

Con la incorporación de estos elementos, NORA dejaría de limitarse a la observación visual y auditiva, y pasaría a operar como un sistema de percepción ambiental expandida, capaz de comprender mejor su entorno físico y adaptarse a él de forma más precisa, coherente y útil.

### Aprendizaje continuo personalizado

Una de las líneas más ambiciosas de expansión para NORA es la incorporación de un sistema de aprendizaje continuo personalizado, que le permita adaptarse progresivamente al comportamiento, preferencias y estilo de interacción del usuario, mejorando así la relevancia y naturalidad de sus respuestas a lo largo del tiempo.

Actualmente, NORA utiliza mecanismos simples de contexto y patrones, que le permiten ajustar su comportamiento en función de eventos previos o estados definidos. Sin embargo, en fases posteriores del desarrollo, se contempla la posibilidad de introducir modelos de machine learning ligeros, capaces de detectar regularidades en el uso del asistente y generar ajustes automáticos en sus módulos de decisión, expresividad o gestión de rutinas.

Este aprendizaje no implicaría una modificación radical del comportamiento, sino pequeñas mejoras acumulativas. Por ejemplo, el sistema podría priorizar ciertas respuestas o tonos de voz si detecta una reacción positiva recurrente del usuario, ajustar el momento de emitir recordatorios en función de la probabilidad de respuesta, o reorganizar las sugerencias según la aceptación histórica.

El enfoque previsto no contempla una inteligencia artificial general ni una personalización profunda e invasiva, sino una optimización progresiva, controlada y transparente. El usuario podría activar o desactivar este aprendizaje en cualquier momento, así como reiniciarlo o supervisar los cambios generados. No se almacenan perfiles complejos ni se realiza inferencia emocional avanzada sin intervención directa.

Técnicamente, este aprendizaje puede implementarse mediante algoritmos de refuerzo simple, ajuste de pesos en estructuras de decisión o actualización de reglas de comportamiento basadas en frecuencia. En versiones más avanzadas, podría integrarse un pequeño motor de recomendación interno o un clasificador de contexto para mejorar la adecuación de la respuesta verbal.

Gracias a esta capacidad, NORA dejaría de ser un sistema estático y predefinido, y evolucionaría hacia una entidad tecnológica que aprende, se afina y se especializa con el tiempo, mejorando la experiencia del usuario de forma no invasiva, respetuosa y personalizada.

## Integración opcional con servicios externos

Aunque NORA ha sido concebido como un sistema autónomo y ejecutado íntegramente en local, su arquitectura contempla la posibilidad de habilitar, si el usuario así lo desea, una integración limitada y segura con servicios externos, siempre bajo condiciones de transparencia, control y consentimiento explícito.

Esta integración no forma parte del funcionamiento por defecto. Requiere una configuración activa por parte del usuario y está diseñada como una extensión opcional, orientada a mejorar la utilidad del asistente en tareas como la sincronización de eventos, la generación de informes, o el respaldo de datos personales relevantes en otras plataformas ya utilizadas por el usuario.

El objetivo de esta sección no es convertir a NORA en un sistema dependiente de servicios en la nube, sino permitir que aquellos usuarios que lo deseen puedan conectar su experiencia con ecosistemas ya existentes, como aplicaciones de salud, agendas digitales o entornos de automatización externos. Todo ello sin comprometer la filosofía de privacidad local y modularidad del proyecto.

A continuación se presentan las distintas formas de integración externa previstas, así como los mecanismos de control, configuración y autorización que garantizan que cualquier flujo de datos sea gestionado por el propio usuario, y no por el sistema de forma autónoma o implícita.

### Exportación de datos personales previa autorización

NORA permite al usuario exportar determinados datos registrados —como notas dictadas, hábitos cumplidos, recordatorios o eventos almacenados— hacia plataformas externas, pero esta funcionalidad solo está disponible tras una autorización explícita, y bajo un control total por parte del propio usuario.

El sistema no transmite información de manera automática, ni incluye procesos de sincronización activa. Cualquier exportación de contenido requiere una solicitud clara, una confirmación explícita y una elección del canal de destino. Esto garantiza que los datos personales gestionados por NORA se mantengan en todo momento bajo la supervisión y el consentimiento del usuario.

La exportación puede realizarse en formatos estructurados y abiertos, como CSV, JSON o TXT, lo que permite integrar la información en otras aplicaciones como agendas electrónicas, bases de datos personales, herramientas de productividad o gestores de tareas. Además, puede realizarse de forma puntual (a través de comandos como “exporta mis notas de esta semana”) o programada, si el usuario así lo configura, mediante scripts que respeten los criterios de seguridad establecidos.

La autorización puede revocarse en cualquier momento, y el sistema dejará de generar cualquier archivo de salida o conexión a red, devolviendo el sistema a su estado completamente local. El contenido exportado nunca se elimina del sistema sin confirmación, y siempre queda registrado el momento y tipo de exportación realizada.

Con este mecanismo, NORA refuerza su compromiso con la transparencia y la soberanía de los datos personales, permitiendo aprovechar el potencial de plataformas externas sin renunciar a los principios de control, seguridad y privacidad que definen el proyecto.

### Integración con calendarios, apps de salud o automatización

Como parte de su capacidad de expansión, NORA puede integrarse opcionalmente con plataformas externas de gestión personal, como calendarios digitales, aplicaciones de seguimiento de salud o servicios de automatización de rutinas. Esta integración está diseñada para complementar las funciones propias del asistente, ofreciendo al usuario una experiencia más conectada, sin comprometer la privacidad ni la ejecución local del sistema.

Entre los servicios contemplados se encuentran herramientas como Google Calendar, Apple Health, Microsoft Outlook, o plataformas compatibles con IFTTT, Home Assistant y otros entornos domóticos o de productividad personal. A través de estos vínculos, el usuario puede, por ejemplo, sincronizar sus eventos del día con las rutinas de NORA, recibir alertas verbales de próximas citas, o registrar el cumplimiento de hábitos directamente en su aplicación de salud habitual.

Esta funcionalidad requiere una configuración explícita y la introducción segura de credenciales por parte del usuario. El asistente no accede por defecto a ninguna cuenta externa ni realiza peticiones automáticas. Toda integración debe iniciarse conscientemente y puede ser revertida en cualquier momento desde el menú de configuración o mediante comandos verbales como “desactiva la conexión con mi calendario”.

La arquitectura de integración está pensada para ser modular y desconectable, de manera que el sistema pueda seguir funcionando plenamente de forma local si se interrumpe la conexión. Además, toda la información que se intercambia con servicios externos puede visualizarse, auditarse y limitarse a campos concretos, evitando cualquier transferencia innecesaria o masiva de datos.

Este tipo de conexión ofrece una vía para que NORA actúe como un puente expresivo entre el usuario y sus sistemas digitales existentes, facilitando que la información personal no solo se almacene, sino que se utilice de forma útil y consciente en los diferentes ámbitos de la vida cotidiana.

### Envío seguro de informes periódicos

Para usuarios que deseen realizar un seguimiento estructurado de su actividad con NORA, el sistema ofrece la posibilidad de generar y enviar informes periódicos, que recogen de forma resumida los eventos, hábitos, notas o rutinas gestionadas en un intervalo de tiempo determinado. Esta funcionalidad está pensada como una herramienta de revisión personal, no como un canal de supervisión externa ni de análisis automatizado.

Los informes pueden incluir información como el número de recordatorios cumplidos, notas guardadas, tiempo de uso del sistema, sugerencias aceptadas o estados de interacción más frecuentes. Toda la información se presenta en un formato estructurado, legible y compatible con editores de texto, hojas de cálculo o plataformas de gestión personal.

El envío de estos informes se realiza de forma segura y bajo autorización previa, ya sea a una dirección de correo electrónico especificada por el usuario o a una ubicación en red configurada manualmente. NORA no realiza este envío por defecto, ni lo activa automáticamente en ningún momento del uso inicial.

Antes de cada envío, el sistema genera una vista previa del informe, que puede ser revisada y aprobada por el usuario. Solo tras la confirmación expresa se realiza la transmisión, utilizando protocolos cifrados y evitando la inclusión de información sensible no deseada. También es posible activar la opción de exportación sin envío, en cuyo caso el informe queda disponible como archivo local dentro del sistema.

La periodicidad de generación (diaria, semanal, mensual) y el contenido incluido en los informes son totalmente configurables. El usuario puede decidir qué tipos de datos desea incorporar, en qué formato recibirlos y con qué frecuencia desea consultarlos, o bien desactivar por completo esta funcionalidad si lo prefiere.

Con este mecanismo, NORA combina su capacidad de memoria y seguimiento con una herramienta de revisión personal clara, útil y plenamente respetuosa con la privacidad, ofreciendo valor añadido sin generar dependencia ni comprometer la autonomía del sistema.

### Configuración avanzada por parte del usuario

Uno de los pilares fundamentales de NORA es su carácter abierto, modificable y comprensible. Esta filosofía se mantiene también en el contexto de las integraciones externas: cualquier servicio que el usuario decida conectar con el sistema puede ser gestionado desde una interfaz de configuración avanzada, que permite definir con precisión cómo, cuándo y qué se transmite o recibe.

Esta configuración puede realizarse a través de un archivo de parámetros estructurado, una interfaz gráfica sencilla o mediante comandos de voz específicos. En todos los casos, el usuario tiene acceso detallado a los permisos de conexión, los tipos de datos implicados, las condiciones bajo las cuales se activa cada integración y las credenciales o tokens necesarios para su autenticación.

Por ejemplo, en el caso de sincronización con calendarios, el usuario puede definir si desea importar solo eventos del día actual, recibir recordatorios verbales o simplemente utilizar el calendario como referencia pasiva. Si se trata de conexión con aplicaciones de salud, puede configurarse el nivel de detalle de los datos compartidos (pasos, horas de sueño, frecuencia de hábitos), o limitar la sincronización a intervalos concretos.

El sistema incluye además herramientas para visualizar en todo momento el estado de cada integración activa, incluyendo logs de actividad, registros de exportaciones realizadas, y mecanismos para suspender o revocar accesos específicos sin necesidad de apagar todo el sistema.

Este nivel de control no requiere conocimientos avanzados de programación, pero sí ofrece a los usuarios más técnicos la posibilidad de extender el sistema mediante scripts propios, definir reglas personalizadas o conectar NORA con plataformas no contempladas en el diseño original.

Gracias a esta capacidad de configuración avanzada, NORA conserva su esencia como asistente personal y autónomo, sin convertirse en una caja cerrada ni en un dispositivo opaco, y permite una gestión consciente, flexible y segura de sus relaciones con el exterior.

### Control total sobre el canal y contenido exportado

Cualquier integración de NORA con servicios externos parte de un principio innegociable: el usuario debe tener en todo momento control absoluto sobre el canal de transmisión, el contenido enviado y las condiciones en las que se produce la exportación de datos. Este enfoque garantiza que toda apertura hacia el exterior sea consciente, reversible y limitada.

El sistema permite definir con precisión qué tipo de datos pueden ser exportados, en qué formato, hacia qué destino y bajo qué condiciones. El usuario puede, por ejemplo, decidir que solo se exporten notas dictadas, que los recordatorios se limiten a información horaria sin contenido, o que los datos de hábitos se agrupen de forma estadística sin referencias textuales.

Además, puede seleccionarse el canal de salida preferido: desde una carpeta compartida en red, una dirección de correo electrónico verificada, un servicio de almacenamiento local conectado al sistema, o incluso un dispositivo externo conectado por USB. En todos los casos, NORA no realiza conexiones automáticas ni mantiene servicios de envío activo por defecto. Cada exportación requiere una acción explícita o una configuración programada por el usuario.

La transmisión de datos puede protegerse mediante cifrado local, y se acompaña de un resumen que indica de forma legible qué tipo de información se está transmitiendo. El usuario puede revisar este resumen antes de confirmar el envío o guardar una copia de cada exportación en una carpeta local de seguridad.

Este control también incluye la posibilidad de bloquear temporalmente todas las exportaciones, definir excepciones, o desactivar por completo cualquier canal de salida si el usuario prefiere mantener el sistema en modo cerrado. Estas opciones garantizan que NORA puede actuar como asistente inteligente sin que su apertura a servicios externos implique una pérdida de control o una cesión de datos no deseada.

Gracias a esta lógica de diseño, NORA no solo es compatible con plataformas externas, sino que lo hace desde una posición de soberanía, transparencia y consentimiento informado, asegurando que la funcionalidad nunca compromete los principios del proyecto.

## Monitorización y diagnóstico del sistema

Para garantizar un funcionamiento estable, comprensible y mantenible, NORA incorpora herramientas internas de monitorización y diagnóstico en tiempo real, pensadas tanto para el usuario general como para su desarrollador. Estas herramientas permiten verificar el estado operativo del sistema, detectar posibles incidencias y asegurar la integridad funcional de cada uno de los módulos, desde el arranque hasta su uso cotidiano.

El objetivo no es solo detectar errores, sino proporcionar visibilidad estructurada sobre el comportamiento del asistente, ofreciendo mecanismos de prueba, señales de estado y registros accesibles que faciliten tanto la depuración de fallos como la supervisión preventiva. Este enfoque convierte a NORA en un sistema más robusto, confiable y fácil de mantener a lo largo del tiempo.

El conjunto de funcionalidades descritas en este bloque permite validar sensores y módulos activos durante el inicio, emitir reportes visuales de estado, registrar alertas internas, acceder a herramientas de diagnóstico para desarrolladores, y verificar la integridad de dependencias o componentes software críticos. Todas estas acciones están diseñadas para preservar la estabilidad, facilitar el mantenimiento y anticipar fallos de manera clara, sin interferir con la experiencia del usuario final.

### Test de sensores y módulos en arranque

Cada vez que NORA se activa, ya sea por encendido inicial o por reactivación manual, el sistema ejecuta un proceso automático de verificación de módulos y sensores, cuyo propósito es confirmar el estado funcional mínimo antes de permitir la interacción completa con el usuario.

Este test de arranque revisa los componentes principales: alimentación, micrófono, altavoz, cámara, iluminación, módulos de movimiento, sensores adicionales (si están presentes) y conexión con la base de datos local. Para cada uno de ellos se realiza una verificación de disponibilidad, respuesta y estado inicial, sin requerir intervención externa ni emitir sonidos innecesarios.

En caso de que alguno de los elementos no responda correctamente, el sistema lo registra como módulo no operativo y lo mantiene desactivado hasta que pueda revisarse o sustituirse. Esta decisión evita errores en cascada, reduce la posibilidad de bloqueos, y permite que el resto de funcionalidades operen con normalidad dentro de sus límites.

Durante este proceso, el sistema puede utilizar su interfaz visual para mostrar una señal clara del resultado del test, como un cambio de color en el contorno de la pantalla, una animación facial neutra o una señalización luminosa específica para módulos no detectados.

El tiempo de ejecución del test está optimizado para ser mínimo y no interfiere con la experiencia de inicio. Si el usuario lo desea, puede solicitar verbalmente un resumen del resultado del arranque, o acceder a un informe más detallado desde la interfaz de diagnóstico.

Este procedimiento básico garantiza que NORA solo inicia su actividad cuando se encuentra en un estado controlado, verificable y seguro, y que cualquier fallo parcial puede identificarse antes de afectar la interacción con el usuario.

### Informe visual del estado del sistema

NORA dispone de un sistema de informes visuales en tiempo real, que permiten al usuario o desarrollador conocer en todo momento el estado general del sistema sin necesidad de acceder a líneas de comandos ni interfaces externas. Esta información se presenta de forma clara, sintética y no invasiva, utilizando recursos gráficos del propio dispositivo.

Durante la fase de arranque, así como en los momentos clave de funcionamiento, el asistente puede mostrar indicadores visuales codificados que reflejan la operatividad de los distintos módulos. Estos indicadores pueden consistir en animaciones faciales específicas, códigos de color en el contorno de la pantalla, iluminación LED con significado funcional, o pantallas-resumen accesibles mediante comando de voz.

En versiones avanzadas, este informe puede adoptar la forma de una pantalla de estado interna, a la que se accede mediante una orden directa como “muéstrame el estado del sistema” o “diagnóstico rápido”. Esta vista puede incluir información como:

* Módulos activos y su tiempo de respuesta.
* Último error detectado.
* Estado de conexión interna entre componentes.
* Nivel de recursos disponibles (uso de CPU, temperatura, espacio libre).
* Confirmación del funcionamiento de los sensores clave.

El objetivo de este informe no es saturar al usuario con información técnica, sino ofrecer una ventana clara de supervisión, especialmente útil en tareas de revisión, instalación, actualización o validación de nuevas funciones. También permite detectar anomalías sin necesidad de realizar pruebas manuales intensivas.

El sistema está diseñado para que esta funcionalidad no interfiera con el uso cotidiano, y solo se active cuando el usuario lo solicite o si el propio sistema detecta una condición anómala. Gracias a este mecanismo, NORA se presenta como una plataforma tecnológicamente accesible, con un comportamiento visible y verificable, alineado con su filosofía de transparencia y control.

### Registro de errores o alertas internas

Con el fin de facilitar el diagnóstico y la mejora continua del sistema, NORA implementa un mecanismo de registro automático de errores y alertas internas, que permite trazar de forma clara y ordenada cualquier incidencia detectada durante su funcionamiento. Este registro constituye una herramienta esencial tanto para el mantenimiento cotidiano como para el desarrollo y depuración de nuevas funcionalidades.

Cada vez que un módulo presenta un comportamiento anómalo —como pérdida de respuesta, error en la lectura de un sensor, fallo en la ejecución de un comando, o tiempo de espera excesivo— el sistema genera una entrada estructurada en su archivo de logs interno, con información precisa sobre el tipo de error, el módulo implicado, la hora y, si es posible, una descripción del contexto en que se ha producido.

Este archivo se mantiene en local, accesible desde la interfaz de diagnóstico, y puede ser consultado mediante comandos de voz como “¿Hubo algún error hoy?” o “Muéstrame las últimas alertas del sistema”. También puede exportarse para análisis externo si el usuario así lo decide.

Además de errores críticos, el sistema también registra alertas de comportamiento no óptimo, como caídas de rendimiento, retrasos en la respuesta, o detecciones de condiciones límite (temperatura elevada, falta de memoria, desincronización entre módulos). Estas alertas no afectan directamente al funcionamiento, pero actúan como indicadores preventivos de posibles problemas futuros.

Este sistema de registro se encuentra diseñado con criterios de claridad y utilidad. No almacena trazas extensas innecesarias, ni requiere conocimiento técnico avanzado para su interpretación. Está pensado para ser consultado puntualmente, interpretado con facilidad y utilizado como punto de partida para acciones correctivas o revisiones funcionales.

Con este mecanismo, NORA refuerza su fiabilidad como sistema autónomo, permitiendo no solo detectar fallos, sino comprenderlos, documentarlos y resolverlos de forma estructurada y transparente.

### Interfaz de diagnóstico para el desarrollador

Para facilitar el desarrollo, mantenimiento y expansión de funcionalidades, NORA incorpora una interfaz de diagnóstico orientada al desarrollador, que permite observar en detalle el estado de ejecución del sistema, acceder a información interna de cada módulo y ejecutar pruebas controladas sin interferir en el comportamiento principal del asistente.

Esta interfaz puede adoptar distintas formas según la configuración del entorno, desde una consola accesible por red local hasta una ventana física o virtual conectada al dispositivo. En todos los casos, su uso está restringido a perfiles con permisos de desarrollo, y puede ser activado o desactivado desde la configuración general.

A través de esta herramienta, el desarrollador puede:

* Ver en tiempo real los valores de sensores y la actividad de los módulos.
* Consultar el estado de ejecución de hilos, tareas y rutinas.
* Acceder a los logs estructurados del sistema.
* Ejecutar comandos manuales o pruebas simuladas.
* Forzar la activación o desactivación de componentes concretos.
* Supervisar el rendimiento (uso de CPU, memoria, tiempo de respuesta).
* Verificar la carga de modelos de IA y sus respuestas intermedias.

El objetivo no es exponer la arquitectura del sistema al usuario final, sino ofrecer una herramienta de control técnico para garantizar que NORA se mantiene estable, adaptable y documentado a medida que evoluciona. Esta interfaz resulta especialmente útil durante el desarrollo de nuevas versiones, la integración de hardware adicional o la investigación de comportamientos inesperados.

Todos los accesos a la interfaz quedan registrados, y los cambios realizados pueden deshacerse fácilmente o limitarse a sesiones temporales de prueba. Además, la documentación del sistema incluye una descripción de las funciones disponibles, para que otros desarrolladores puedan trabajar con coherencia y seguridad.

Gracias a esta herramienta, NORA no solo es una solución funcional para el usuario final, sino también una plataforma sólida de desarrollo, diseñada para crecer, mantenerse y depurarse con eficacia a lo largo del tiempo.

### Verificación de actualizaciones o dependencias

Con el objetivo de mantener la estabilidad del sistema y asegurar la compatibilidad entre componentes, NORA incorpora un mecanismo de verificación periódica de actualizaciones y dependencias técnicas, que permite detectar posibles desajustes, bibliotecas obsoletas o cambios no autorizados en el entorno de ejecución.

Este sistema realiza un chequeo estructurado del entorno de software, incluyendo versiones de librerías críticas, presencia de módulos requeridos, integridad de archivos de configuración y consistencia entre los distintos subsistemas. También permite confirmar si existen versiones nuevas disponibles del núcleo funcional o de módulos opcionales desarrollados de forma externa.

La verificación puede ejecutarse automáticamente durante el arranque extendido (en modo desarrollador), o bien ser solicitada manualmente a través de comandos como “comprueba actualizaciones” o desde la interfaz de diagnóstico. Los resultados se presentan en forma de informe legible, que indica claramente si el sistema se encuentra actualizado, si hay inconsistencias, o si se recomienda realizar acciones correctivas.

NORA no realiza actualizaciones automáticas ni descarga contenido externo por defecto. Toda actualización debe ser iniciada y confirmada por el usuario o el desarrollador, garantizando que ningún componente se modifica sin conocimiento previo. Esto protege al sistema frente a errores por incompatibilidad, y preserva el control total sobre el entorno de ejecución.

En proyectos avanzados, esta verificación puede combinarse con un sistema de control de versiones locales, permitiendo restaurar configuraciones anteriores en caso de conflicto, o documentar los cambios realizados en cada sesión de desarrollo.

Gracias a este sistema de verificación, NORA refuerza su carácter como plataforma técnica confiable y mantenible, preparada para evolucionar de forma controlada y documentada, sin comprometer la estabilidad de sus funcionalidades ni la coherencia de su arquitectura.

## Interacción no verbal alternativa

Aunque NORA está concebido principalmente como un asistente basado en voz, visión y respuesta expresiva, el sistema también contempla la posibilidad de establecer formas de interacción no verbal, pensadas para entornos donde la comunicación hablada no sea viable, no sea deseada, o simplemente se busque una relación más discreta y gestual con el dispositivo.

Estas alternativas permiten al usuario comunicarse con el asistente mediante gestos, toques, expresiones o señales físicas, sin necesidad de emitir comandos verbales. Esta capacidad no solo amplía la accesibilidad del sistema, sino que refuerza su adaptabilidad a diferentes contextos: entornos silenciosos, personas con dificultades de habla, situaciones nocturnas, o simplemente momentos en los que una orden verbal resultaría inapropiada.

La interacción no verbal puede servir tanto para activar o desactivar el sistema, como para confirmar acciones, expresar intenciones, o solicitar respuestas sin necesidad de voz. Para ello, NORA puede interpretar señales visuales (como gestos con la mano), señales táctiles (a través de botones o sensores capacitivos), o incluso reaccionar mediante su propio lenguaje expresivo, utilizando luz, postura o animación facial como medio de comunicación.

Este bloque presenta las distintas modalidades de interacción no verbal previstas, su integración técnica con los módulos ya existentes, y su utilidad práctica como complemento o alternativa al canal de voz.

### Respuesta a gestos simples con la mano

Como forma de interacción no verbal, NORA es capaz de reconocer y responder a gestos manuales simples, realizados frente a su campo visual. Esta funcionalidad se apoya en su sistema de visión por computador, que permite identificar movimientos básicos del usuario y asociarlos a acciones concretas dentro del asistente.

El reconocimiento de gestos no requiere hardware especializado adicional; se realiza mediante el procesamiento de vídeo en tiempo real, a partir de algoritmos de detección de movimiento y reconocimiento de silueta o contornos. Los gestos contemplados en su versión básica incluyen acciones como levantar la mano abierta, mover la mano lateralmente o realizar una señal de “ok” con los dedos.

Cada uno de estos gestos puede ser vinculado a una función específica: por ejemplo, levantar la mano puede servir para activar la escucha, mover la mano horizontalmente puede cancelar una acción pendiente, y realizar el gesto de “ok” puede confirmar una sugerencia emitida previamente. Estos gestos no se interpretan como comandos complejos, sino como señales contextuales que enriquecen la comunicación natural entre usuario y asistente.

El sistema está diseñado para evitar activaciones accidentales. Solo responde a gestos claros, bien definidos y realizados dentro de un área específica de interacción, marcada por el campo de visión de la cámara. Además, puede configurarse para operar únicamente durante ciertos momentos del día, o cuando el canal de voz se encuentra deshabilitado.

El reconocimiento de gestos puede complementarse con retroalimentación visual inmediata. Por ejemplo, cuando NORA detecta una señal válida, puede responder con una expresión facial afirmativa, una breve animación luminosa, o un pequeño movimiento del dispositivo que confirme que la instrucción ha sido entendida.

Esta funcionalidad convierte a NORA en un asistente más accesible y versátil, que no depende exclusivamente de la voz para establecer una relación fluida y consciente con el usuario.

### Activación por tacto (botón, sensor capacitivo)

Además de la activación por voz o por gestos, NORA incorpora la posibilidad de ser activado mediante contacto físico, utilizando interfaces sencillas como botones mecánicos o sensores capacitivos integrados en su estructura. Esta forma de interacción directa resulta especialmente útil en contextos donde no se desea utilizar la voz ni se cuenta con condiciones óptimas de iluminación para el reconocimiento visual.

El diseño físico del sistema contempla uno o varios puntos de activación táctil ubicados de forma estratégica y ergonómica, fácilmente identificables por el usuario. Al presionarlos o al establecer contacto con una superficie sensible al tacto, NORA puede iniciar su secuencia de arranque, reanudar la escucha activa, confirmar una acción pendiente o simplemente emitir una respuesta breve de estado.

Los sensores capacitivos permiten una mayor integración estética, ya que pueden estar ocultos tras superficies metálicas o plásticas sin requerir componentes móviles. Además, ofrecen mayor durabilidad y menor desgaste que los botones convencionales. En ambos casos, el sistema detecta el contacto, valida su duración o intensidad, y ejecuta la acción correspondiente.

Para evitar activaciones accidentales, se puede establecer una lógica de confirmación basada en doble toque, mantenimiento durante unos segundos, o combinación de pulsaciones. El comportamiento del sistema ante estas entradas táctiles puede ser configurado por el usuario desde la interfaz avanzada, permitiendo asociar cada gesto físico a una acción concreta del asistente.

Cada interacción táctil va acompañada de una confirmación visual inmediata, ya sea mediante un cambio de color, una animación facial breve o un sonido sutil (si el entorno lo permite), de modo que el usuario sepa que el contacto ha sido registrado y procesado correctamente.

Este mecanismo refuerza la posibilidad de utilizar NORA de manera discreta, silenciosa y accesible, adaptándose a situaciones donde la comunicación verbal o visual no sea la más adecuada, y ofreciendo un canal físico fiable y expresivo al mismo tiempo.

### Confirmación no verbal mediante expresión visual

En línea con su diseño expresivo y su enfoque en la interacción humano-máquina natural, NORA es capaz de confirmar acciones y estados mediante expresiones visuales no verbales, prescindiendo completamente del canal auditivo cuando la situación lo requiere. Este mecanismo permite mantener una comunicación fluida, accesible y silenciosa, especialmente útil en entornos compartidos, durante la noche o en momentos donde la voz no es adecuada.

El sistema se vale de su interfaz animada y luminosa, que puede representar emociones, confirmar instrucciones o indicar estados mediante movimientos faciales simplificados, cambios de color, intensidad lumínica o secuencias visuales breves. Estas señales han sido diseñadas para ser intuitivas, coherentes y fáciles de interpretar incluso sin entrenamiento previo.

Por ejemplo, una confirmación afirmativa puede representarse mediante un parpadeo lento acompañado de una “mirada” directa y luminosa en tonos verdes o blancos suaves. Una acción cancelada puede mostrarse con una ligera inclinación visual hacia abajo, ojos cerrados y cambio a tonos azules o púrpuras. Una duda o solicitud de repetición puede representarse con una animación de “parpadeo doble” o una mirada lateral con expresión neutra.

Estas expresiones no son aleatorias, sino que responden a un sistema de correspondencias predefinidas, que vinculan cada tipo de evento o instrucción con una señal visual concreta. El usuario puede aprender estas asociaciones de forma progresiva, sin necesidad de consultar guías complejas ni depender de alertas sonoras.

La confirmación visual puede actuar como complemento o sustituto directo de la voz, dependiendo del modo en que se encuentre el sistema. En modo silencioso, todas las respuestas se comunican visualmente; en modo mixto, se utiliza la voz como canal primario y la imagen como refuerzo expresivo.

Este enfoque aporta a NORA una capacidad única de comunicar sin hablar, respetando el contexto del usuario, preservando la discreción y reforzando el vínculo emocional mediante gestos tecnológicos expresivos, que evocan formas básicas de interacción humana sin invadir la privacidad ni sobrecargar la experiencia.

### Señales de atención mediante postura, luz o expresión

Para complementar su capacidad de interacción no verbal, NORA dispone de un sistema de señalización activa del estado de atención, que utiliza elementos físicos y visuales para indicar cuándo el asistente está receptivo, en espera, procesando información o temporalmente inactivo. Estas señales permiten al usuario comprender el estado interno del sistema sin necesidad de mensajes hablados ni pantallas textuales.

El sistema emplea una combinación de iluminación ambiental, postura física (si se dispone de elementos móviles) y animaciones faciales que comunican de forma intuitiva el estado operativo del asistente. Por ejemplo, cuando NORA entra en modo de escucha activa, puede fijar la “mirada” hacia el usuario, intensificar suavemente la luz frontal y mantener una expresión de atención neutra y abierta. Durante el procesamiento de una instrucción, puede mostrar una breve animación de parpadeo o mirada en movimiento, simulando reflexión.

Si el sistema está en modo pasivo o en espera, la luz se atenúa, la expresión facial se suaviza, y el conjunto visual transmite calma o reposo. Cuando NORA requiere la atención del usuario —por ejemplo, para confirmar una acción o advertir de una anomalía— puede adoptar una postura ligeramente inclinada, activar una luz pulsante o cambiar la intensidad del color dominante según el tipo de mensaje.

Estas señales están cuidadosamente diseñadas para ser sutiles pero informativas, evitando cualquier sobrecarga visual o distracción innecesaria. El usuario no necesita interpretar códigos complejos: las expresiones están alineadas con patrones básicos de atención y reacción humana, lo que facilita su comprensión incluso de forma intuitiva.

Esta capacidad de expresar atención y estado sin emitir palabras refuerza la sensación de presencia y comunicación fluida, haciendo de NORA no solo una máquina funcional, sino un agente perceptible, interpretable y respetuoso con su entorno.

### Modos alternativos para entornos silenciosos

NORA está diseñado para adaptarse a distintos contextos de uso, incluyendo aquellos en los que el sonido no resulta adecuado o posible. Por ello, incorpora modos alternativos de funcionamiento específicos para entornos silenciosos, donde toda la interacción —entrada y salida— se produce sin voz, utilizando exclusivamente señales visuales, táctiles o gestuales.

Cuando se activa este modo, el asistente desactiva completamente la salida por altavoz, suprime cualquier sonido de notificación, y adopta un perfil de comportamiento basado en animaciones visuales, iluminación, y respuestas expresivas no verbales. En este estado, NORA se comunica mediante secuencias de luz codificadas, expresiones faciales animadas y movimientos suaves (si el hardware lo permite), que sustituyen al habla de forma clara y funcional.

Las órdenes se pueden emitir mediante gestos manuales, contacto físico o comandos visuales predefinidos, como tocar un sensor capacitivo o levantar la mano frente al dispositivo. Las respuestas del sistema se manifiestan en forma de confirmaciones luminosas, animaciones específicas o cambio de color contextualizado, manteniendo así un canal de interacción completo sin necesidad de sonido.

El usuario puede activar el modo silencioso mediante una orden directa, una configuración horaria (“modo noche”), o mediante detección automática del entorno si el sistema dispone de sensores de ruido ambiental. También puede programarse para desactivarse tras un periodo determinado o por contacto físico.

Este modo resulta especialmente útil en espacios compartidos, en sesiones nocturnas, en entornos de trabajo o estudio, o en situaciones donde la privacidad auditiva es prioritaria. Su implementación refuerza la versatilidad del asistente y su capacidad de integrarse con naturalidad y respeto en la vida cotidiana del usuario, adaptándose tanto a necesidades funcionales como al contexto físico y social.

# Componentes físicos

El funcionamiento de NORA no se limita al plano del software o a la lógica interna del sistema. Al tratarse de un asistente físico, su construcción requiere una arquitectura tangible compuesta por piezas electrónicas, mecánicas y estructurales cuidadosamente integradas.

Esta sección describe con precisión cada uno de los componentes físicos que conforman el cuerpo del asistente, con especial atención a su función, ubicación, material, conectividad y posibilidades de expansión. Desde la cabeza robótica y la carcasa hasta los sensores, micrófonos, servomotores, pantallas y la placa base, se detalla cómo cada parte contribuye al comportamiento general del sistema y a la experiencia expresiva del usuario.

Se explican también las decisiones de diseño relacionadas con la modularidad, la accesibilidad, la estética y la disipación térmica, entre otras variables relevantes. El objetivo es que cualquier lector técnico pueda entender la lógica de ensamblaje, operación y mantenimiento de NORA, así como visualizar su forma y funcionamiento incluso antes de estar construido físicamente.

## Estructura general y diseño del cuerpo

### Filosofía de diseño físico y proporciones

### Materiales estructurales y técnicas de fabricación

### Distribución interna de módulos y cableado

### Accesibilidad, mantenimiento y montaje modular

## Cabeza robótica como núcleo expresivo

### Diseño estético y dimensiones físicas

### Integración mecánica de pantalla, sensores y LEDs

### Movilidad limitada: ejes, servos y soporte

### Prototipado y construcción de la carcasa frontal

## Sistema de visión y sensores ópticos

### Cámara principal (modelo, resolución, tipo de conexión)

### Soporte físico de la cámara y su orientación

### Iluminación auxiliar (infrarrojos, LED blanco)

### Posibles expansiones: sensores TOF, IR o estéreo

## Sistema de entrada y salida de audio

### Micrófono principal (omnidireccional, digital o analógico)

### Ubicación física y filtrado de ruido ambiental

### Altavoz integrado (potencia, respuesta, ubicación)

### Aislamiento de vibraciones estructurales

### Interfaz con software de reconocimiento y TTS

## Interfaz visual animada y facial

### Pantalla (tipo, resolución, conexión, ubicación)

### Diseño gráfico de expresiones animadas

### Relación entre cara digital y reacciones físicas

### Posibilidad de expansión con LED matrices o microproyectores

## Iluminación emocional y ambiental

### Tipos de LED RGB usados (WS2812, anillos, tiras)

### Ubicación en la carcasa y canal de expresión

### Lógica de colores por estado del sistema

### Coordinación con voz, gestos y expresiones

## Elementos de movimiento físico y expresividad corporal

### Servomotores utilizados (modelo, par, velocidad)

### Ejes de movimiento disponibles y su justificación

### Montaje mecánico de servos y elementos móviles

### Control PWM desde la placa base

### Disipación térmica y amortiguación estructural

## Electrónica central y gestión de energía

### Placa principal: Raspberry Pi u otro SBC

### Módulos de expansión: audio, PWM, entradas/salidas

### Conectividad interna: buses I2C, UART, SPI, GPIO

### Fuente de alimentación, distribución de voltajes

### Opciones de alimentación por batería o adaptador

## Componentes complementarios y de soporte

### Módulo lector NFC y ubicación del punto de activación

### Base física del asistente: estabilidad, materiales y forma

### Sistema de ventilación pasiva o activa

### Elementos de identidad visual o decorativos (marca, rostro, nombre)

### Posibilidad de integración en entornos domésticos

# Arquitectura software

# Plan de desarrollo por fases

# Ideas para la personalidad de NORA

# Registro de avances (bitácora)

# Futuras ampliaciones