

La Robótica con ROS2 en Colombia: Del Renacimiento Comunitario a la Frontera Tecnológica (Análisis del ROSMeetup Bogotá 2025)

I. El Ecosistema ROS 2 en Colombia: Un Repunte Necesario y Estratégico

El **ROSMeetup Bogotá 2025** se estableció como un hito crucial, trascendiendo la categoría de una simple jornada de charlas para convertirse en la prueba palpable del renacimiento y la consolidación del ecosistema de *Robot Operating System 2* (ROS 2) en Colombia.

Organizado conjuntamente por la rama **RAS Javeriana IEEE** y la **Universidad Distrital**, el evento demostró una necesidad real y profunda por el conocimiento avanzado y la colaboración estructurada en el país. El éxito en la convocatoria, que superó las 120 conexiones remotas y atrajo a cerca de 50 asistentes presenciales, es un fuerte indicador de la inercia positiva que está transformando el panorama de la robótica en la capital y a nivel nacional, especialmente después de un periodo de letargo comunitario previamente reconocido.

La esencia de este *meetup* radica en la **estandarización y la infraestructura**. En un mundo donde la robótica industrial y de servicio exige cada vez más sofisticación, ROS 2 se presenta como la herramienta *de facto* para manejar sistemas complejos, gracias a sus mejoras críticas en seguridad, manejo de grandes volúmenes de datos y capacidad de tiempo real, fundamentales para aplicaciones multi-robot y de misión crítica. Sin embargo, en un contexto regional, el desafío no termina con la adopción del *software*; se extiende a la construcción de una robusta estructura de soporte. La comunidad está actuando de manera estratégica, funcionando como un gestor de proyecto de alcance nacional e internacional. Esto se evidencia en la invitación a figuras clave como el profesor Mohan Tribedi y en la postulación activa para ser sede de futuros congresos internacionales, un esfuerzo que busca integrar a Colombia en el circuito global de la robótica académica y profesional.

Este esfuerzo de activación no es solo para expertos; tiene un objetivo de **inclusión y proyección a largo plazo**. Al reactivar y empoderar los capítulos estudiantiles y familiarizarlos con *hardware* estándar como los *Turtul Bots* desde los primeros años de pregrado, se está sembrando el talento con herramientas contemporáneas. La articulación de la academia, a través de RAS e IEEE, proporciona la columna vertebral logística y un marco ético para el desarrollo. En retrospectiva, el ROSMeetup 2025 fue una declaración de la madurez de la comunidad ROS colombiana: está organizada, es ambiciosa y ha priorizado la **reducción de la curva de aprendizaje y la fricción** como su estrategia central para acelerar el desarrollo tecnológico regional.

II. El Salto a la Robótica Médica: La Innovación *Open Source* y la Seguridad con SlicerROS2

El ROSMeetup no se limitó a la robótica tradicional, sino que exploró las fronteras del sector, destacando la ponencia internacional sobre **SlicerROS2**. Presentado por Arvind Escumar, este proyecto ejemplifica cómo ROS 2 está siendo adaptado a los escenarios más críticos y exigentes: la **robótica médica** y la **cirugía de mínima invasión**. Estos campos no solo demandan una precisión milimétrica, sino también garantías absolutas de seguridad y un rendimiento de procesamiento en tiempo real insuperable.

El obstáculo persistente en la robótica médica es la abrumadora dependencia de soluciones **propietarias** de alto costo, que a menudo limitan la innovación e impiden la personalización en entornos de investigación. SlicerROS2 irrumpió como un esfuerzo *open source* crucial para **democratizar** el acceso a esta tecnología avanzada. El sistema se construye sobre **3D Slicer**, una plataforma ampliamente adoptada en el procesamiento de imágenes médicas (resonancias, tomografías), que ya integra funcionalidades esenciales para el registro de imágenes, la calibración y la implementación de modelos de *machine learning* en entornos clínicos. La integración con ROS 2 permite establecer un canal de comunicación robusto y de baja latencia para sincronizar el movimiento del robot quirúrgico con los datos de imagen en vivo.

La aplicación presentada fue un caso de estudio de seguridad e interacción humano-máquina: la implementación de **retroalimentación háptica** basada en la definición de una

"región prohibida" alrededor de un tumor. Cuando el instrumento robótico se acerca a esta zona crítica, el sistema no solo alerta al cirujano, sino que genera una resistencia o vibración física, limitando su capacidad de movimiento. Esta característica es un testimonio de la potencia de ROS 2 para manejar los requisitos de **latencia mínima** en bucles de control cerrado. Un retraso imperceptible en la respuesta háptica podría tener consecuencias fatales, subrayando la madurez del *framework* para entornos de Grado Médico. Para la investigación universitaria, la accesibilidad a un sistema *open source* tan avanzado como SlicerROS2 representa una herramienta invaluable para impulsar los proyectos de bioingeniería, permitiendo a los estudiantes interactuar directamente con la tecnología que define el futuro de la cirugía asistida.

III. Simulación Obligatoria y el Reto de la Brecha Regional en Crecimiento

La discusión técnica sobre la simulación sirvió como una transición necesaria hacia la realidad económica y formativa del sector. Se reafirmó la premisa de que la **simulación** es una etapa fundamental y **no negociable** en el ciclo de desarrollo robótico. Utilizar entornos virtuales permite a los desarrolladores **experimentar sin riesgos**, lo que se traduce en un ahorro sustancial de costos de *hardware* (que pueden ascender a decenas de miles de dólares) y, lo más importante, una aceleración dramática en los ciclos de prueba e iteración del diseño. La facilidad de acceso a modelos listos para usar en repositorios como *Gazebo Model Fuel* es un factor clave para simplificar la entrada de nuevos ingenieros al campo.

Sin embargo, esta practicidad fue contrastada con una realidad regional que exige atención estratégica: la **disparidad de crecimiento**. Los datos presentados son contundentes: mientras que la robótica global proyecta un crecimiento robusto del 14,7% para 2032, las expectativas para América Latina son notablemente inferiores, situándose en un magro 1,11%. Esta enorme brecha indica que el problema no es solo la falta de inversión, sino la existencia de **altas barreras de entrada** que están **abrumando** a los programadores novatos.

Estas barreras son sistémicas: incluyen la complejidad de la configuración del entorno de desarrollo (manejar *toolchains* como CMake), la curva de aprendizaje de los lenguajes de

programación requeridos en ROS, y el elevado costo del *hardware* especializado. La misión que se planteó el *meetup* fue, por lo tanto, la de **reducir esas barreras de entrada** de manera activa. Esto implica una estrategia integral que va más allá del *software*: se necesita generar documentación de alta calidad y contextualizada en español, facilitar el acceso a *hardware* de bajo costo y crear ecosistemas de mentoría robustos. El 1,11% es una cifra que no solo denota un rezago, sino que se convierte en la métrica principal que la comunidad ROS en Colombia se ha propuesto impactar, enfocando sus esfuerzos en la accesibilidad y la inclusión como motores del cambio. Superar esta brecha es vital para que la región aproveche el inmenso potencial económico de la automatización.

IV. IA y Cinemática Dinámica: El Caso de Estudio del Cuadrúpedo como Motor de Innovación

La presentación de **Hugo** y su robot cuadrúpedo fue, sin duda, el punto focal de la innovación local en el evento. Este proyecto sirve como un excelente caso de estudio que ilustra la profunda **convergencia de la Inteligencia Artificial (IA)**, la cinemática dinámica compleja y el ecosistema de ROS 2, demostrando que el talento colombiano está en la frontera de la tecnología mundial. El cuadrúpedo es esencialmente un avanzado laboratorio de control y locomoción.

La sofisticación técnica del proyecto se subraya por el uso de plataformas de simulación de alta fidelidad como **Isaac SIM** e **Isaac Lab** de NVIDIA, herramientas que están completamente integradas con la arquitectura de ROS 2. Estas plataformas no solo permiten la simulación física precisa, sino que son fundamentales para el **entrenamiento de modelos de IA** mediante técnicas de aprendizaje por refuerzo, lo que le confiere al robot la capacidad de aprender a caminar, mantener el equilibrio dinámico y adaptarse a cambios impredecibles en el terreno. El testimonio de Hugo, al afirmar que "gran parte de lo que yo aprendí entrenando mi modelo fue de la comunidad de Sim", reafirma la importancia crítica de la cultura *open source* y la colaboración comunitaria como catalizadores del conocimiento avanzado.

El cuadrúpedo es un hito en la **robótica dinámica** nacional, ya que su desarrollo implica un dominio avanzado de la planificación de movimiento y el control en tiempo real. Al

integrar la IA, el robot adquiere las características esenciales de **autonomía y versatilidad**, haciéndolo ideal para aplicaciones en entornos no estructurados, como la exploración o la inspección en terrenos complejos. Este tipo de proyectos no solo exhiben la destreza individual del desarrollador, sino que también actúan como un poderoso **imán de talento**, inspirando a otros estudiantes a sumergirse en la investigación de frontera. Al presentar el proyecto de Hugo, el ROSMeetup no solo celebró el logro, sino que estableció un estándar visible de lo que se puede alcanzar con el *software* y la colaboración adecuados. Este tipo de validación local es esencial para crear un ciclo virtuoso de aprendizaje e innovación.

V. Conclusiones y Proyecciones: La Robótica Colombiana en Modo Aceleración Sostenida

El **ROSMeetup Bogotá 2025** fue un éxito rotundo y un evento catalizador para la comunidad ROS 2 colombiana, logrando un equilibrio ejemplar entre la **visión global** (abordando la cirugía robótica y la democratización del *software* médico) y la **validación local** (mostrando la aplicación de IA avanzada en el cuadrúpedo dinámico). Esta dualidad de enfoque es fundamental para asegurar un ecosistema tecnológico que sea relevante tanto a nivel de investigación básica como de aplicación industrial.

El éxito del evento es atribuible a una estrategia de colaboración amplia y coordinada. La alta participación y el apoyo financiero y logístico de múltiples *sponsors* y comités organizadores (incluyendo Ecumen, Ras Colombia, Ras Javeriana, Sinfonía Uniandes y Ras Distrital) confirman que el sector industrial y académico ha reconocido el valor estratégico de invertir en esta comunidad. Este esfuerzo conjunto subraya que la robótica en el país ha trascendido la fase de proyectos aislados para ingresar a una era de **colaboración interinstitucional sostenida**.

El *meetup* cumplió tres propósitos estratégicos de alto impacto: en primer lugar, **elevó significativamente el nivel del discurso técnico**, moviendo la conversación hacia temas de latencia crítica y control avanzado; en segundo lugar, **confrontó de manera directa la disparidad de crecimiento regional**, transformando el sombrío 1,11% en un desafío comunitario y en un motor para la acción; y en tercer lugar, **inyectó motivación palpable** al showcasing de proyectos de frontera liderados por talento joven. El compromiso

manifiesto de los organizadores con una "otra rosmita próximamente" es la promesa de mantener este ciclo de encuentros activo y en constante expansión.

En conclusión, el ecosistema de robótica con ROS 2 en Colombia ha superado su fase de incubación y está operando en un modo de **aceleración estratégica**. Al priorizar la accesibilidad al *software* de código abierto, el fomento del talento joven y la ampliación de la colaboración interinstitucional, la comunidad ha encontrado la fórmula para impulsar su crecimiento. El mensaje final es contundente: el país posee el capital humano, la organización y la ambición necesarias para convertirse en un actor relevante en las grandes ligas de la robótica global, manteniendo este espíritu colaborativo será el factor decisivo.