

PROGRAMA DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INNOVACION

FICHA DE PROGRAMA NACIONAL 04

a) **Título del Programa:** Automática, Robótica e Inteligencia Artificial

Acrónimo:ARIA

b) **Prioridad:**

Prioridad Nacional establecida en:

- **Plan Nacional de Desarrollo económico y social hasta 2030 - PNDES 2030** – (Eje estratégico: Transformación productiva e inserción internacional. Objetivos específicos 2, 9, 11)

2. Alcanzar mayores niveles de productividad en todos los sectores de la economía mediante la diversificación, la modernización tecnológica, la innovación y la participación selectiva en los nuevos paradigmas tecnológicos, en particular con un enfoque de alto valor agregado.

9. Fortalecer la industria nacional, en todas sus escalas, orientada al mercado interno, sobre la base de la competitividad, sostenibilidad y la promoción de su participación en los mercados internacionales.

11. Impulsar el desarrollo de las exportaciones sobre la base de una participación competitiva en los mercados internacionales y de la articulación de las empresas productoras de bienes y servicios exportables con las industrias de insumos, bienes de capital y servicios, con vistas al desarrollo de actividades conexas de alto nivel tecnológico y valor agregado que permitan insertarse, en condiciones ventajosas, en las cadenas globales de valor.

- **Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021** (102, 180 al 184, 186 al 190, 192 al 196, 245).

102. Sostener y desarrollar los resultados alcanzados en el campo de la biotecnología, la producción médico-farmacéutica, las ciencias básicas, las ciencias naturales, las ciencias agropecuarias, los estudios y el empleo de las fuentes renovables de energía, las tecnologías sociales y educativas, la transferencia tecnológica industrial, la producción de equipos de tecnología avanzada, la nanotecnología y los servicios científicos y tecnológicos de alto valor agregado.

180. Definir una política tecnológica que contribuya a reorientar el desarrollo industrial, que comprenda el control de las tecnologías existentes en el país, a fin de promover su modernización sistemática, observando los principios de la Política medioambiental del país.

181. Desarrollar la industria, priorizando los sectores que dinamizan la economía o contribuyen a su transformación estructural, avanzando en la modernización, desarrollo tecnológico y elevando su respuesta a las demandas de la economía.

182. Prestar atención prioritaria al impacto ambiental asociado al desarrollo industrial existente y proyectado, en particular, en las ramas de la química; la industria del petróleo y la minería, en especial el níquel; el cemento y otros materiales de construcción; así como en los territorios más afectados, incluyendo el fortalecimiento de los sistemas de control y monitoreo.

183. Intensificar el proceso de reestructuración y redimensionamiento del plantel industrial, concentrando la industria en capacidades eficientes, con un empleo racional de instalaciones, equipos y fuerza de trabajo.

184. Priorizar la reactivación del mantenimiento industrial, incluyendo la producción y recuperación de partes, piezas de repuesto y herramientas.

186. Mejorar la posición de la industria del níquel en los mercados mediante el incremento y diversificación de la producción, elevación de la calidad de sus productos y reducción de los costos, logrando una mejor utilización de los recursos minerales.

187. Ejecutar con celeridad los proyectos en marcha para la exploración de pequeños yacimientos de minerales, en particular para la producción de oro, cobre, cromo, plomo y zinc. Priorizar las inversiones para la explotación de yacimientos de plata.

188. Desarrollar la industria electrónica y la automática, diversificando sus producciones y elevando su capacidad tecnológica, con vistas a potenciar la sustitución de importaciones, incrementar las exportaciones y los servicios.

189. Desarrollar las producciones químicas, priorizando la industria transformativa del plástico, las producciones de cloro, sal, fertilizantes y neumáticos. Fortalecer las capacidades de recape en el país. Avanzar en los estudios que posibiliten un

mayor empleo de las producciones mineras nacionales a partir de rocas y minerales industriales.

190. Desarrollar las industrias productoras de envases y embalajes. Priorizar la producción de envases demandados por las actividades exportadoras y el desarrollo agroalimentario.

192. Desarrollar la metalurgia ferrosa, priorizando la ampliación de capacidades, la reducción de los consumos energéticos y la diversificación de la producción de laminados y de metales conformados, elevando su calidad.

193. Promover la intensificación del reciclaje y el aumento del valor agregado de los productos recuperados. Priorizar el aprovechamiento del potencial de los residuos sólidos urbanos.

194. Desarrollar la industria metal-mecánica y de bienes de capital, a partir de la reorganización productiva de las capacidades existentes, la recuperación y modernización de máquinas herramientas y equipos, y la realización de inversiones en nuevos procesos de mayor nivel tecnológico.

195. Elevar la competitividad de la industria ligera, potenciando los encadenamientos productivos, el diseño y asegurar la gestión de la calidad. Concluir el proceso de reordenamiento y reestructuración del sistema empresarial, incluyendo el paso a nuevas formas de gestión.

196. Perfeccionar el modelo de gestión de la industria local, flexibilizando su operación para posibilitar el desarrollo de producciones artesanales y la fabricación de bienes de consumo en pequeñas series o a la medida, así como la prestación de servicios de reparación y mantenimiento. Ello incluye la apertura de mayores espacios para actividades no estatales. Prestar atención a los talleres especiales donde laboran personas con limitaciones.

245. Priorizar programas multisectoriales para garantizar el aprovechamiento del agua con inversiones asociadas a fuentes subutilizadas, la hidrometría, el mejoramiento de los sistemas de riego, la introducción de tecnologías eficientes y la automatización de los sistemas de operación y control, que permitan el incremento del área agrícola bajo riego.

c) Fundamentación:

Los avances de la humanidad en la ciencia, la tecnología, las comunicaciones, la informatización, la industria, la producción de alimentos, el transporte, la

salud y la educación, entre otras esferas, así como las experiencias de diferentes países, proporcionan oportunidades significativas para nuestro desarrollo socialista.

En la medida que la economía logra generar efectos positivos reiterados en áreas con estas características, se experimenta un aumento sostenido de la productividad, se transforman tecnológicamente las ramas tradicionales, emergen nuevos polos de crecimiento caracterizados por procesos productivos más complejos debido a una mayor intensidad tecnológica y uso del conocimiento, se reducen los diferenciales de productividad entre actividades, se diversifica la base sectorial de la economía, consolidándose la integración interna de esta, y con ello, el incremento de los niveles de actividad y las capacidades productivas de otros sectores, ramas e industrias.

El empleo de la Automática, la Robótica y la Inteligencia Artificial es una de las vías para el uso eficaz de los recursos, ya que garantiza una calidad constante y contribuye a la disciplina tecnológica. Mediante la supervisión y el control inteligente se logra conocer, en tiempo real, el comportamiento del proceso de transformación de las materias primas en productos, el uso de las partes y piezas empleadas para crear equipos y contribuir al uso racional de la energía, entre otros, incorporando los elementos de producción robotizada con una mayor eficiencia en la realización de los procesos productivos y la incorporación de la capacidad de autoaprendizaje de los propios elementos tecnológicos. Por otra parte, las técnicas de Inteligencia Artificial permiten procesar de manera eficiente la gran cantidad de datos e información que hoy se acumulan, así como dotar a decisores y a sistemas computacionales de capacidades avanzadas para análisis, inferencia, simulación y predicción.

Los ejes estratégicos del PNDES 2030 a los que debe tributar el programa son:

- Transformación productiva e inserción internacional;
- Potencial humano, ciencia, tecnología e innovación;
- Recursos naturales y medio ambiente;
- Desarrollo humano, equidad y justicia social

La progresiva digitalización de la actividad humana está generando conjuntos de datos masivos, cuya explotación a través de las tecnologías para su tratamiento y la Inteligencia Artificial (IA) está permitiendo desarrollar nuevos modelos empresariales, de productos y servicios, impactando en la mejora de la sociedad y la economía al permitir optimizar procesos e identificar patrones a escalas hasta ahora no observados.

La baja tasa de crecimiento de la población cubana, su envejecimiento, sus altos niveles de calificación y urbanización, la fluctuación de la fuerza de trabajo y la consiguiente pérdida de profesionales, condicionan que las posibilidades

de desarrollo se generen, fundamentalmente, a partir de la capacidad innovadora y del desarrollo de actividades intensivas en conocimiento y con mayor valor agregado.

En el medio-largo plazo (2020-2025), se prevé que las tecnologías de IA tengan un gran impacto en las sociedades a nivel mundial y la economía, como ya se está observando en el caso de las tecnologías Tratamiento Masivo de Datos (Big Data), que han mostrado cómo la aplicación de tecnologías de Aprendizaje Automático, han permitido explotar y extraer valor de los datos de formas sin precedentes. Igualmente, son notables los resultados alcanzados por los métodos que permiten optimizar sistemas artificiales o humanos, y para inferir en condiciones de incertidumbre.

La Automática es una actividad que está presente en la industria y la agroindustria de nuestro país. Existen diferentes niveles de automatización en estos sectores, pero no contamos con independencia tecnológica. Otro de los problemas que tenemos es la falta de normas cubanas y de literatura autóctona, que permita lograr la elevación de la cultura de nuestros profesionales y de la población en general.

El Programa Nacional de Automática, Robótica e IA, gestionado por el CITMA, surge para dar respuesta a una creciente demanda y expectativas en estos dominios. Se trata pues de un entorno que implica grandes retos tecnológicos, legales y éticos, junto con la necesidad del establecimiento de equipos multidisciplinarios en cooperación para cubrir el amplio rango de tecnologías aplicables (Inteligencia Artificial, HPC, Cloud, seguridad, semántica, interfaces, IoT, eServices, etc.), transversal a diversos sectores (energía, alimentación, industria, salud, etc.).

En nuestro país, se promulgó la Política de Automática a propuesta del Ministerio de Industrias en coordinación con los organismos implicados en esta actividad, cuya implementación, requiere de una vigilancia constante. Es por ello que el programa evaluará las propuestas de proyectos teniendo en cuenta esta Política.

A corto plazo, el Programa trabaja para aceptar proyectos que no solo introduzcan en el país tecnologías de punta, sino también, apoyará la construcción de tecnologías y soluciones nacionales que sustituyan importaciones y tengan identificados clientes, manteniendo o superando el nivel de calidad y novedad de las importadas. En este sentido, es notable que las condiciones tecnológicas e informacionales existentes hoy en muchas empresas cubana permiten el empleo de técnicas de Inteligencia Artificial sin requerir casi inversiones.

A mediano plazo, el Programa trabaja para aceptar proyectos que recopilen información sobre la automática instalada en un sector. Estos proyectos deben implementar soluciones que benefician la introducción de tecnologías

nacionales o extranjeras. Siempre y cuando los procesos al beneficiarse con ellas, tributen a las líneas priorizadas. A su vez, apoyará la aplicación de la robótica en todas las esferas de la sociedad que sea beneficioso y objetivamente rentable, poniendo especial atención a su aplicación en la medicina y como sustento a la elevación de la calidad de vida de los adultos mayores. En el este mismo sentido, permitirá conocer el estado de introducción de las técnicas de IA en el país y potenciar un mayor empleo de estas como complemento al sostenido incremento de la informatización del país que no siempre viene acompañado de estrategias para el mejor empleo de esos datos almacenados para la generación de conocimiento y como apoyo a la toma de decisiones. Particularmente, la articulación de la Automática, la Robótica y la Inteligencia Artificial puede acercar a los sectores más avanzado de la industria cubana a los estándares asociados a la Industria 4.0.

A largo plazo, el Programa trabajará para aceptar proyectos que empleen las normas cubanas, que usen tecnologías nacionales de punta y que creen servicios o producciones con alto valor agregado. Apoyará los procesos de capacitación del personal especializado y la educación a todos los niveles, especialmente la Universitaria. También invertirá en las investigaciones científicas en la Automática, la Robótica y la Inteligencia Artificial que permitan alcanzar niveles de primer orden a nivel mundial para garantizar la soberanía tecnológica en estos campos. Para ello estimulará las publicaciones en revistas especializadas, la creación de publicaciones propias, financiará, en un por ciento cada año, la elaboración de libros de divulgación y especializados en esta rama, siempre y cuando se cuente con una institución que respalde la publicación y venta entre otras acciones.

Como programa nacional, se podrán proponer proyectos, relacionados únicamente con cada una de las disciplinas relacionadas en el programa (solo de automática, robótica, o inteligencia artificial), o interdisciplinarios, que sean puramente teóricos, desarrollos o aplicaciones.

d) Objetivos generales y específicos:

Generales:

1. Elevar el impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación en el desarrollo económico y social a partir de un perfeccionamiento del marco institucional enfocado a la introducción de los resultados.
2. Promover el desarrollo, la captación y asimilación de tecnologías de avanzada en las esferas de la Automática, la Robótica y la Inteligencia Artificial y propiciar, al mismo tiempo, la soberanía tecnológica.
3. Promover el desarrollo integral y pleno de los seres humanos ya sea mediante su desarrollo intelectual, como mediante el empleo de la ARIA

en la humanización del trabajo, las tareas domésticas, la salud y la mejora de la calidad de vida en general.

Específicos

1. Priorizar la ciencia, la tecnología y la innovación en los sectores que tengan mayor y más inmediato impacto en el desarrollo económico y social y el bienestar de la población.
2. Fortalecer la integración y racionalidad del sistema de ciencia, tecnología e innovación, así como el desarrollo del potencial humano y la infraestructura material.
3. Promover una cultura que propicie la vocación científica, innovadora y emprendedora en todos los niveles de la sociedad, especialmente, desde edades tempranas.
4. Potenciar la innovación y su generalización en los sectores productivos y de los servicios, las universidades, centros de investigación y otros implicados, mediante la utilización de los incentivos materiales y espirituales necesarios proporcionados por la propia gestión del programa, para que la innovación en las esferas de la Automática, la Robótica y la Inteligencia Artificial (ARIA) constituya un componente esencial del incremento de la eficiencia económica, la competitividad, el cambio tecnológico, el ahorro y las producciones limpias.
5. Elevar y fortalecer el papel de la ARIA en el crecimiento de la eficiencia económica y la productividad de sectores estratégicos.
6. Desarrollar procesos y tecnologías autóctonas que garanticen una utilización adecuada y sostenible de las materias primas, los materiales y los recursos naturales del país, y que contribuyan a la soberanía tecnológica.
7. Elevar y fortalecer la soberanía tecnológica en el desarrollo de Plataformas de ARIA.
8. Fortalecer las capacidades de prospección y vigilancia tecnológica, así como la protección de la propiedad intelectual (derechos de autor y propiedad industrial) en Cuba y en el extranjero.
9. Diseñar programas de estudio y potenciar el otorgamiento de becas de formación de estudios avanzados en Cuba y en el exterior, con énfasis en la formación doctoral, para jóvenes talentos en las universidades e institutos tecnológicos, así como en entidades de ciencia, tecnología e innovación, que respondan a requerimientos de introducción de tecnologías de ARIA, en correspondencia con las demandas del desarrollo económico y social.

10. Potenciar la colaboración y cooperación internacionales en materia de ARIA como instrumento para la consecución de objetivos prioritarios y de interés para las partes, la obtención de recursos financieros, las publicaciones conjuntas de alto impacto, la formación de pre y posgrado y el entrenamiento y superación del personal.
11. Apoyar e interactuar tecnológicamente con un sistema sostenible de seguridad y asistencia social frente a los riesgos asociados a la vejez, la discapacidad, la enfermedad y otros.
12. Prevenir y controlar la contaminación ambiental en las fuentes de origen como primera prioridad en la estrategia para su enfrentamiento, y reducir a niveles permisibles aquella cuya generación no pueda evitarse, promoviendo la mejor gestión de las materias primas, con la recuperación, reuso y reciclaje en los procesos económicos y productivos.
13. Elevar la eficiencia energética y el desarrollo de fuentes renovables de energía, lo que contribuye, entre otros beneficios, a reducir la generación de gases de efecto invernadero, a mitigar el cambio climático y a promover un desarrollo económico menos intenso en carbono.

Además, mediante la automática, la robótica y la inteligencia artificial:

1. Deberá facilitarse de acuerdo a las ramas de la ciencia particular:
 - La obtención de producciones con calidad constante y una optimización del uso de los recursos y la información.
 - La seguridad operacional de la industria y los medios de transporte
 - La creación de facilidades para la disminución del esfuerzo físico en las operaciones y la utilización de la tecnología adecuada para afrontar el problema de la falta de personal por el envejecimiento de la sociedad
 - El diagnóstico y el pronóstico en los mantenimientos industriales y del equipamiento en general
 - El empleo más eficiente de los recursos informacionales de los que disponen las entidades de producción y servicios.
 - La ARIA debe constituirse en una tecnología facilitadora y transversal, lo que se denomina en la literatura como una tecnología palanca, en I+D+i.
2. Mantener un alto nivel científico en las investigaciones para lograr:
 - Desarrollo de técnicas y algoritmos que permitan un eficiente procesamiento de grandes volúmenes de datos en la gestión de la información para una correcta toma de decisiones (IA).

- Desarrollo de la Inteligencia Artificial, particularizando en sus campos más exitosos como el procesamiento de imágenes, la recuperación de información, la medicina de precisión, aprendizaje profundo, el razonamiento con incertidumbre, etc. (IA)
 - Desarrollo de la robótica, móvil o estacionaria, en agua, tierra, aire y el espacio exterior (Robótica e IA)
 - Desarrollo de instrumentos, equipos y elementos para la automatización
 - Desarrollo de instrumentación y sistemas de vigilancia a distancia
 - Desarrollo y despliegue de herramientas basada en IA que faciliten su introducción en entidades de producción y servicios.
 - Desarrollo de la simulación y modelación de sistemas (AUT, ROB e IA)
 - Desarrollo de la Internet de las cosas y la Industria 4.0 (AUT, ROB e IA)
 - Creación de repositorios de documentos en materia de automatización, robótica e inteligencia artificial
 - Elevación de la calidad del proceso docente y la base material de estudio tanto de la propia automatización como de las disciplinas relacionadas de la robótica y la IA.
 - Aplicación de la ARIA a la energía, en particular las fuentes renovables, incluyendo el control de la electrónica de potencia y la aplicación en redes inteligentes del aprendizaje automático (AUT., ROB. e IA).
 - Desarrollo de prototipos mediante técnicas de impresión 3D que contribuyan a la independencia tecnológica (ROB).
 - Implementación del ARIA en la producción de alimentos, en el Turismo y la Cultura.
 - Apoyo para el desarrollo de las investigaciones científicas y la innovación de soluciones nacionales en estas ramas
 - Desarrollo e introducción de sistemas en apoyo a la administración estatal y los servicios públicos.
3. Propiciar de acuerdo a las características particulares de los desarrollos, el cierre de los ciclos de investigación-desarrollo, innovación, producción y comercialización, ya sea a ciclo cerrado como en cooperación de los centros productivos y de servicios, las universidades y los centros de investigación.
 4. Estandarizar los sistemas de vigilancia en aplicaciones ambientales y de otro tipo.
 5. Contribuir a la creación de una cultura especializada y una cultura popular sobre la automática, la robótica y la inteligencia artificial.

6. Favorecer, a través de la automatización de procesos y la incorporación de la robótica y de la IA, la elevación de la productividad y los rendimientos en la esfera económica del país.
7. Contribuir a la validación de tecnologías de punta en las diferentes ramas, incluida la defensa.
8. Introducir las normas cubanas en los proyectos de investigación en automatización, robótica e IA
9. Toda aplicación en la industria deberá garantizar la ciberseguridad en su actividad.

e) Principales resultados:

Sin excluir otras propuestas que surjan en el proceso de aplicación de proyectos al programa, se propone aplicar en las temáticas siguientes, emanadas de las reuniones previas en universidades, centros productivos y de investigación:

A corto plazo:

1. Modernización de máquinas herramientas convencionales.
2. Aplicación de soluciones de control numérico computarizado (CNC) a máquinas herramientas.
3. Automatización de los procesos de fabricación de materiales de la construcción
4. Trazabilidad de la distribución del gas licuado, que faciliten el empleo de herramientas inteligentes para su control y gestión.
5. Computador a bordo para control de flotas y de combustible, así facilitar el desarrollo de herramientas para el transporte inteligente basados en predicción, control y la optimización de rutas.
6. Desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático o ensamble de ellos, modelos de razonamiento bajo condiciones de incertidumbre, nuevos métodos de optimización y simulación. Comunicación de resultados. Aplicaciones.
7. Continuar y apoyar las revistas cubanas que cubren los temas de Automática, Robótica e Inteligencia Artificial, así como sus aplicaciones. Revistas nacionales que respondan a la esencia del Programa en donde se pueda divulgar con calidad los resultados de los proyectos. Promover nuevas publicaciones periódicas y la gestión de la Indexación de las mismas en bases de datos.
8. Publicaciones en revistas nacionales e indexadas (32)
9. Divulgación e implementación donde sea necesario y pertinente (en todas las provincias y el Municipio Especial de la Isla de la Juventud) de

los Programas de maestrías y doctorados existentes en especialidades afines al Programa Nacional ARIA.

A mediano plazo:

1. Automatización de sistemas electromecánicos de aeropuertos.
2. Soldadura robotizada y automatizada
3. Modernización de las centrífugas de azúcar con convertidores
4. Sistemas de automáticos para manipulación de mercancías en almacenes
5. Ensamblaje y explotación eficiente de la tecnología de las máquinas cosechadoras y máquinas de riego.
6. Desarrollo de un PLC cubano
7. Plataforma IoT con aprendizaje por refuerzo para la gestión de la estabilidad de la frecuencia y el voltaje de las fuentes renovables de energía. Elevación en un 3% del nivel de penetración de las FRE
8. Automatización del Afino de acero
9. Agricultura de Precisión
10. Desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático o ensamble de ellos, modelos de razonamiento bajo condiciones de incertidumbre, nuevos métodos de optimización y simulación y la aplicación de estos u otros desarrollos. Especial interés debe ponerse en las entidades de la producción y servicios que cuentan con las condiciones de infraestructura e informacionales para realizar mejores análisis y apoyar la toma de decisión usando tecnologías de IA.
11. Hoteles inteligentes.
12. Cualquier otro desarrollo en cada una de las temáticas que, aunque no lleguen a aplicaciones concretas propicien las mismas.
13. Publicaciones en revistas de alto impacto (16)
14. Defensa de 4 tesis de doctorado

A largo plazo:

1. Automatización de sistemas de envase y embalaje
2. Sistemas de Internet de las cosas para manipulación de mercancías en almacenes
3. Vehículos aéreos tripulados y no tripulados. Robótica móvil
4. Silla de rueda automatizada
5. Exoesqueleto para la rehabilitación de miembros superiores e inferiores. Prótesis de mano robótica sub-actuada.

6. Sistema de Seguridad Vial a partir de los datos de los computadores de a bordo con técnicas de Aprendizaje Automático, optimización, simulación y razonamiento en condiciones de incertidumbre.
7. Monitoreo en tiempo real de pacientes neurológicos (Parkinson) y atletas (IA y AUT).
8. Modelación y simulación del sistema inmunológico para el desarrollo y selección de medicamentos y vacunas
9. Desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático o ensamble de ellos, modelos de razonamiento bajo condiciones de incertidumbre, nuevos métodos de optimización y simulación en las aplicaciones de estos u otros desarrollos, así como insertarlos sistémicamente como parte del programa de informatización de la sociedad cubana.
10. Publicaciones en revistas de alto impacto (16)
11. Defensa de 6 tesis de doctorado
12. Publicación de 3 libros sobre temas actualizados en Automática, Robótica y la IA
13. Desarrollos teóricos en las esferas de la Automática, Robótica y la IA que impacten en el nivel científico internacional del tema.

f) Indicadores verificables y medibles:

1. Se cumple el 90% de los proyectos contratados
2. El aumento del Valor Agregado Bruto (VAB) en el país, con la aplicación de la Automática, la Robótica y la IA de acuerdo con el Programa, como nuevo factor de producción en la economía en cinco años deberá ser del 5%.
3. Se cumple con el 90% de las salidas contratadas, incluyendo artículos, libros, graduados de programas doctorales, etc.
4. El 20 % de las publicaciones realizadas se corresponden con publicaciones de impacto o indexadas.
5. Son presentadas tres propuestas a Premios de Innovación Tecnológica o al Premio Anual Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba, a partir de los resultados concluidos.

g) Impactos esperados:

Científico:

Se facilitará el desarrollo de una estrategia en la utilización perspectiva de la automática, la robótica y la inteligencia artificial en Cuba.

Se elevará el nivel científico de la ARIA, reflejado en un aumento de las publicaciones en revistas indexadas y de impacto, la realización y apoyo de los eventos científicos relacionados, la creación y elevación del nivel de impacto de las publicaciones autóctonas.

Se elevará la cultura de profesionales y del pueblo en general sobre esta temática, al contar con información disponible para ambos sectores

Formador de capital humano

Se incluirán en los proyectos presentados por organizaciones en donde sea factible. la formación de doctores en ARIA, con temáticas de los propios proyectos, bajo la concepción de becas de tres años.

Se restablecerán y apoyarán los programas de formación doctoral existentes, creándose en aquellas provincias y territorios donde no existan y sean pertinentes de acuerdo al desarrollo de la industria y los servicios en la localidad.

Medioambiental

Se contará con sistemas de vigilancia, simulación y pronósticos en aplicaciones ambientales que permitirán minimizar los efectos del cambio climático, así como usar herramientas inteligentes que pueda servir para diseñar esquemas de intervención que se enfoque en la minimización de las afectaciones.

Económico

Se contará con una disminución de los costos de producción, al hacer un uso eficaz de la tecnología.

Se podrá contar con el aseguramiento de las producciones, al tener estabilidad y seguridad en el empleo de la automatización e informatización de procesos tecnológicos.

Se contará con un aumento en la capacidad de exportación, al tener estabilidad y mejora apreciable en la calidad de las producciones, valorando las tendencias y la optimización de las decisiones basadas en técnicas inteligentes.

Se ahorrarán recursos financieros, al tener disponibilidad de soluciones nacionales para los problemas de la industria, los servicios y la agroindustria, que empleen herramientas útiles de predicción y simulación, para optimizar los esquemas de trabajo.

Social

Se mejorará la calidad de vida de la población.

Interrelaciones con otros programas nacionales

Aunque el Programa ARIA se interrelaciona con el resto de los 10 programas nacionales, de acuerdo con la experiencia de trabajo las interrelaciones fundamentales han sido con los siguientes programas:

- Producción de Alimentos y su Agroindustria
- Desarrollo Energético Integral y Sostenible
- Telecomunicaciones e Informatización de la Sociedad
- Biotecnológico y Farmacéutico
- Agroindustria de la caña de azúcar
- Envejecimiento, Longevidad y Salud
- Adaptación y Mitigación del Cambio Climático
- Ciencias Básicas y Naturales

Esta interrelación puede producirse de forma horizontal, solicitud de un programa determinado de una aplicación de automática, robótica o IA para la solución de una problemática, a propuesta de los organismos de dirección del estado o participación de los propios especialistas de ARIA en las convocatorias realizadas por un programa en específico.

h) Entidades participantes:

Centros de Investigación, Universidades, Empresas especializadas e Industrias de los OACE: MINDUS, MINCOM, MES, MINFAR, MININT, CITMA, y OSDE AZCUBA y BioCubaFarma; así como del Sector no estatal

i) Potencial humano y de infraestructura:

En la ejecución del programa, actuará como entidad Gestora del Programa el Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF), perteneciente a la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada (AENTA) del CITMA, institución que cuenta con personal de experiencia en los temas de Automática, Robótica e Inteligencia Artificial. El ICIMAF, de acuerdo con el Reporte de la UNESCO sobre la Ciencia en el mundo del 2010, ocupa el 8vo lugar entre las 20 instituciones más relevantes de investigación en Cuba.

Entre los resultados científicos significativos, de los últimos años en el área de Automática, Robótica e Inteligencia Artificial del Instituto, tenemos en el campo de la Teoría del Control numerosas publicaciones, las más significativas, los libros "Teoría Moderna del Control" (1980) y "Temas de Identificación y Control Adaptable" (2000) del Dr. Alberto Aguado Behar ambos de la editorial Academia. En la Robótica, fue presentado como resultado científico en la rendición de cuenta de la Academia de Ciencias a la Asamblea Popular (1988)

la “Célula Flexible robotizada SER-1”, fue publicado el libro “La Síntesis Cinemática y Dinámica de dos Robots Industriales” (1990) del Dr. Abelardo del Pozo Quintero el cual también se dedica desde el 2007 hasta la actualidad al desarrollo de la robótica móvil con el empleo de algoritmos de aprendizaje automático (Inteligencia Artificial). En aplicaciones de la automática son destacables la modernización de las parábolas de seguimiento del sol del Instituto de Geofísica y Astronomía del CITMA y los sistemas de adquisición de datos de la Refinería “Nico López” de un colectivo de autores liderados por el Dr. C. Luís Miguel Fernández Sánchez. En la esfera de la inteligencia artificial, en el año 1988 fue creado el Sistema Experto ARIES por Valdés Ramos, J. y De la Cruz Rivero A. Con posterioridad, realizan una labor destacada en esta esfera los investigadores Marta Rosa Soto y Alberto Ochoa, organizando el Segundo Simposio Internacional de Inteligencia Artificial ISAS´99 en el marco de la Conferencia Internacional, CIMAF´99. Estos mismos investigadores como miembros del Departamento de Matemática Interdisciplinaria desarrollaron importantes trabajos de investigación como el desarrollo de un paquete en R para la estimación de la distribución de los algoritmos basados en Copulas (2014), la “Entropía de Conexión para la estimación de los algoritmos de distribución” o el “Algoritmo de distribución de árboles de factorización”. En la actualidad se publica en revistas indexadas trabajos relacionados con la aplicación de los algoritmos de base radial y los algoritmos de aprendizaje por refuerzo profundo aplicados a diversas ramas como la robótica, la seguridad y la valoración del efecto de medicamentos en pacientes con la enfermedad de Parkinson.

Otras actividades importantes desarrolladas por el Instituto, en particular por el Departamento de Control Automático es la organización y ejecución de dos ediciones de la Maestría de “Cibernética Aplicada”, la cual, aprobada por el MES desde el 2012, logra unificar en un solo programa las líneas de Automática, Robótica, Inteligencia Artificial, Ciencia de los Datos y Ciencias de la Información lo cual constituye un aspecto distintivo de esta maestría con relación a programas similares en el país. Tiene un programa Doctoral con 15 doctorandos y edita la revista con ISSN “Control, Cibernética y Automatización” creada en el 1967 y hospedada en el sitio Web de la Red de la Ciencia Cubana. Organiza el evento anual internacional “Taller de Control, Cibernética y Automatización” en su 10ma edición y el Taller de Tratamiento Masivo de Datos en el marco de la Convención Internacional INFO en su segunda edición. Dirige desde el 2015 el Programa Nacional “Automatización de Procesos Tecnológicos” y aplica con 7 proyectos al mismo.

Existen un conjunto de instituciones que por su objeto social y las investigaciones o actividades que realizan, están directamente vinculadas a este Programa, entre ellas se encuentran, el Instituto Politécnico “José Antonio

Echeverría”, la Universidad Central de Las Villas, la Universidad de Oriente, la Universidad de Camagüey, la Universidad de Ciencias Informáticas UCI), la Universidad de Matanzas entre otras universidades del país, el CEDAI, e Industrias con fuerte desarrollo en la Automática como ACINOX Las Tunas y las Niquelíferas de Moa (SERCONI) del MINDUS y el resto de los ministerios y sus empresas y entidades subordinadas, así como Organizaciones Superiores de Dirección Empresarial (OSDE) como AZCUBA, BIOCUBAFARMA, RETOMECA, etc.

En total son alrededor de 20 instituciones que sus colectivos no sobrepasan los 15 integrantes como media general en donde se observa una discontinuidad generacional de investigadores muy jóvenes con investigadores que pasan de los 50 años.

La infraestructura esta por lo general envejecida y muy deteriorada salvo casos específicos como los nuevos laboratorios con los que cuenta el ISPJAE, XETID y el MININT. Lo mismo sucede con las instituciones, algunas de ellas muy necesitadas de una reparación capital.

j) Entidad que gestiona el programa: Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF), perteneciente a la Agencia de Energía Nuclear y Tecnologías de Avanzada (AENTA) del CITMA.

k) Jefe del programa:

Dr.C. Armando Plasencia Salgueiro

Nacido en La Habana el 3 de marzo del 1956. Graduado de especialista aeronáutico y M. Sc. en Ciencias Técnicas en la Academia Militar N.E. Shukovsky de Moscú, Rusia en 1979. Doctor en Ciencias Técnicas por el Instituto Técnico Militar de Ciudad de La Habana, en 1990. M. Sc. en Gestión de Información en las Organizaciones en la UH (2000). Actualmente investigador y Jefe del Departamento de Control Automático del Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF) del CITMA. Jefe del Programa Nacional de Automatización de Procesos Tecnológicos, dirige tres proyectos de investigación en el propio programa sobre “Monitoreo de Pacientes de Parkinson”, “Redes Inteligentes de Energía” y “Plataformas de Internet de las Cosas para la Docencia y la Investigación”. Miembro de la Comisión Nacional de Automática. Profesor y Coordinador de la Maestría “Cibernética Aplicada” y del Programa doctoral del mismo nombre. Organizador y Presidente del Comité Científico del “Taller de Control, Cibernética y Automatización”, Vicepresidente del Taller “Tratamiento Masivo de Datos” en las Convenciones Internacionales de INFO. Editor de la Revista “Control, Cibernética y Automatización”, Centra

sus intereses de investigación en el Diagnóstico y la fiabilidad de sistemas técnicos, la Ciencia de los Datos y el Aprendizaje Automático, el procesamiento de grandes volúmenes de datos, la Inteligencia de negocios, la Docencia en temas afines y la Robótica.

Teléfonos: 7832 0319; 5 999 9632

E-mail: armando@icimaf.cu

I) Secretario Ejecutivo del programa:

Lic. Pedro Orlando García

Nació el 1ro de diciembre de 1944 en La Habana. Curso la enseñanza primaria y parte de la secundaria en el Colegio de La Salle y en el Instituto de la Víbora, graduándose de Bachiller en Letras en 1961. Parejamente participo en el primer curso de la Escuela del Servicio Exterior del Ministerio de Relaciones Exteriores durante un año. Durante el periodo 1966 a 1968 tomo parte en un curso de Ciencia Políticas organizado en la entonces Facultad de Humanidades de la Universidad de la Habana y en 1977 se graduó de Lic. en Derecho. Comenzó a trabajar en el MINREX en el mes de abril de 1961 desempeñando diversas funciones en el Servicio Interno en las direcciones de Política Regional de Países Socialistas atendiendo las relaciones bilaterales con países socialista de Europa Central y en el Servicio Exterior con carácter permanente como diplomático en las Embajadas de Cuba en Polonia, Rumania y RDA desempeñándose como Secretario, Consejero Política y Encargado de Negocios respectivamente. Participo como Secretario en las reuniones de las Comisiones Mixta de Colaboración Económica y Científico Técnica con Hungría, Bulgaria y Checoslovaquia, celebradas en Cuba y en los respectivos países. Ha participado en los principales eventos internacionales que se han celebrado en Cuba durante su estancia en el MINREX, entre ella Tricontinental, Conferencia OLAS, Sexta Cumbre de los NOAL y Reuniones de CAME. En 1986 comenzó a trabajar en el Ministerio de Justicia donde se desempeñó en distintas etapas como Director de Información Jurídica, Director de Cuadros, Capacitación e Investigaciones Socio-Jurídicas, Director del Centro de Preparación y Superación del propio organismo, Director de la Caja de Resarcimientos hasta 2012. En julio de 2015 comenzó a trabajar en el Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF-CITMA) como Sub-dtor. Administrativo y en el 2017 paso a trabajar en el Dpto. de Control Automático. Secretario del Programa de Automatización de Procesos Tecnológicos desde el propio año 2017.

Teléfono: 78311321

E-mail: porlando@icimaf.cu

m) Miembros del Grupo de Expertos:

1. DrC. Abelardo del Pozo Quintero. ICIMAF (CITMA). Investigador Titular.
2. DrC Francisco Herrera Fernández. UCLV (MES)
3. DraC. Ana Isabel González Santos. ISPJAE (MES)
4. DrC. Luis Hernández Santana. UCLV (MES)
5. DrC. Luis Vázquez Seisdedos. UO (MES)
6. DraC. Maribel Páez Moro. DGCTI (CITMA)
7. DraC. Mercedes Ramírez Mendoza. UO (MES)
8. DrC. José Rodríguez Bertrán. ICIMAF (CITMA)
9. DrC. Alberto Prieto. ISPJAE (MES)
10. DraC. María Matilde García Lorenzo. UCLV (MES)
11. DrC. Rafael Bello Pérez. UCLV (MES). Miembro de la ACC
12. DrC. Carlos Morell Pérez. UCLV (MES)
13. DraC. Anabel Díaz Hurtado. UCLV (MES)
14. DrC. Edel García. Académico. GEOCUBA (MES). Miembro de la ACC
15. DrC. Alejandro Rosete Suárez. ISPJAE (MES). Miembro de la ACC
16. DrC. Miltón García. ISPJAE (MES)
17. DrC. Rafael Trujillo Codorniú. SERCONI (MINDUS)
18. DraC. Carmen Mulet Abreu. SERCONI (MINDUS)
19. DrC. Guillermo González Yero. ACINOX Las Tunas (MINDUS)
20. DraC. Marta Muñoz. FLACSO - UH (MES)
21. MSc. Gilberto Pérez Cancio. ACINOX Las Tunas (MINDUS)
22. DraC. Yaile Caballero. Universidad de Camagüey (MES). Miembro de la ACC
23. Ing. Lynnette González Rodríguez. ICIMAF (CITMA)

n) Cantidad Estimada de proyectos: 64

Serían 32 en cada convocatoria, de ellos 24 proyectos del+D+i y 8 de I+D.

o) Plazo de ejecución: 5 años.

p) Presupuesto:

Se estima un gasto por convocatoria de 9 600,0 MCUP. Serían 300,0 MCUP por proyecto (32).

Un gasto de 80,0 MCUC por proyecto de I+D+i (24) y de 2,0 MCUC por proyecto de I+D (8), para un total de 1 936,0 MCUC.

Para la gestión del programa se adiciona 37,2 MCUP y 6,0 MCUC.

En total para los 5 años **19 237,2 MCUP** y **3 878,0 MCUC**.

Independientemente del presupuesto, se considera como un elemento favorable a la hora de seleccionar los proyectos el que cuenten con financiamiento ya sea de programas o proyectos internacionales, convocatorias, grant, financiamiento empresarial u otra fuente de financiamiento que permita el ingreso de divisas al país por este concepto siempre y cuando se declare explícitamente en la contratación que los resultados obtenidos serán registrados por las instituciones facultadas para ello.

q) Clientes, beneficiarios y usuarios potenciales del programa

Las temáticas que se abordan por el programa son transversales a toda la sociedad, por lo que todo aquel cliente, entidad, organización o usuario que necesite automatizar un proceso tecnológico, introducir la robótica en su actividad productiva o de servicio o disponer de grandes volúmenes de datos que necesite procesar para la determinación de comportamientos, anomalías o visualización del comportamiento de los datos para la toma de decisiones puede referirse a este programa