

AthenAI

Athenai Institute
of Technology

Programa Avanzado para Supervisores y Reguladores

Inteligencia Artificial y Computación Cuántica aplicada a los Mercados Financieros



Qiskit

AthenAI

Contenido



1	<u>AthenAI Institute of Technology</u>	4
2	<u>Sobre el programa</u>	7
3	<u>Estructura del programa</u>	11
4	<u>Certificaciones</u>	17
5	<u>Un programa ÚNICO</u>	19
6	<u>Claustro de expertos y docentes</u>	23
7	<u>Información general</u>	26

AthenAI

1

AthenAI Institute of Technology

Una escuela para aquellos que realmente **quieren aprender** y están **dispuestos a esforzarse**.



¿Porqué estudiar en AthenAI?

AthenAI es una Escuela con presencia internacional, pero NO es una escuela para todo el mundo.

"AthenAI es la escuela para quienes tienen un verdadero deseo de aprender y la valentía de asumir desafíos reales"

Una escuela para quienes no buscan títulos, sino trascender

En un contexto saturado de fórmulas rápidas y títulos superficiales, AthenAI nace con la vocación de ser una **knowledge and technology boutique**: una institución selecta, exigente y plenamente comprometida con los grandes desafíos del presente y del futuro. Una escuela de excelencia tecnológica dirigida a quienes buscan una formación profunda, rigurosa y auténtica.

Nos dirigimos a estudiantes dispuestos a enfrentar retos reales, dispuestos a transitar un camino lleno de desafíos para alcanzar un aprendizaje transformador. Aquí no hay lugar para aquellos que buscan atajos o soluciones rápidas vacías de contenido: nuestra misión es formar líderes, que dejen una huella duradera a través del conocimiento, el esfuerzo y un compromiso genuino con su desarrollo y el del mundo que los rodea.

Donde fracasar es una posibilidad real

Creemos que el verdadero aprendizaje implica asumir riesgos, salir de la zona de confort y enfrentarse a la posibilidad real de fracasar, por lo que **a diferencia de otras escuelas, aquí es posible suspender**.

Porque la mediocridad nace cuando no hay consecuencias, en AthenAI creemos que **quienes aspiran a liderar deben enfrentarse al desafío del fracaso antes de conquistar el éxito**.

"Inscribirse implica tener una oportunidad de superar el programa. No la garantía de superarlo."

Nuestros pilares fundamentales: Conocimiento, reputación y propósito

Apostamos por una **formación de alto impacto**, basada en **proyectos desafiantes** y una **red de contactos estratégicos** que generan **oportunidades reales**. Porque quienes eligen nuestra escuela no quieren seguir el camino tradicional: vienen a **reinventarse, a lanzar su propia start-up, a construir el próximo unicornio** o, por qué no, **a convertirse en portada de Forbes**.

Todo esto posible gracias a los tres pilares que sustentan nuestra propuesta educativa: el **Conocimiento**, la **Reputación** y el **Propósito**.

La reputación y la ética como medida de prestigio

Una persona puede ser un excelente estudiante pero carecer de ética, por lo que resulta crucial que el conocimiento y la reputación sean correctamente diferenciados y valorados de manera independiente.

La **reputación** debe estar estrechamente vinculada al comportamiento del participante, tanto hacia sus compañeros como hacia la escuela. No se trata sólo de lo que sabe, sino de cómo actúa y **cómo contribuye al entorno académico y profesional**.

Esta información es totalmente accesible y visible para todos los participantes. **En el perfil de cada estudiante podrás consultar su nivel de conocimientos, su reputación y las certificaciones** obtenidas.

"Conocerás las fortalezas y debilidades del resto de participantes... pero ellos también conocerán las tuyas."

Esto permite crear un **entorno de interacciones transparentes y auténticas, basadas en méritos y competencias comprobadas y validadas por la escuela**.

Una comunidad exclusiva, única en su especie.

AthenAI está concebida como un **club selecto**, una comunidad exclusiva inspirada en instituciones de renombre como **Mensa** o **Forbes**, donde el acceso es restringido y los estándares de exigencia son excepcionalmente altos. En este entorno, la comunidad resulta una pieza clave.

Estudiantes, mentores y egresados interactúan dentro de una **red viva, dinámica y transparente**, generando sinergias, oportunidades y desafíos. Tendrán la oportunidad de aprender, colaborar, debatir, competir, evolucionar y, sobretodo, construir relaciones sólidas y duraderas que impactarán en su prestigio y desarrollo profesional y personal.

Comunidad y actualización de contenidos para los egresados

"Una formación que no finaliza con la última clase..."

Dado el ritmo acelerado de obsolescencia en muchas áreas de estudio de nuestros másters, ofrecemos a nuestros egresados acceso a actualizaciones continuas y relevantes del contenido estudiado.

Nuestros *alumni* son embajadores naturales de nuestros programas. Su éxito profesional y su satisfacción con la formación recibida refuerzan la reputación del máster y atraen a nuevos estudiantes.

Una vez **finalizado un máster, las calificaciones pierden importancia**; lo que realmente importa es **la reputación**, que **debe continuar mostrándose y evolucionando**. La reputación será utilizada como **moneda de valor para el crecimiento profesional**, obteniendo:

- Descuentos en futuras formaciones y másters.
- Asistencia a conferencias internacionales.
- Actualización gratuita de contenidos.

Nuestro Propósito: Una escuela con alma

AthenAI nació del cerebro de Zeus, combinando **conocimiento, artes, justicia y estrategia**. Su nombre no solo evoca sabiduría, sino también determinación y carácter.

Nuestra escuela nace con un propósito claro y compartido: inspirar a nuestros alumnos a trascender lo personal y crear un impacto real en el mundo...

"Construye algo en lo que creas"

No se trata sólo de estudiar, sino de crear.

No se trata de trabajar, sino de liderar.

No se trata sólo de enseñar, sino de transformar al alumno en su mejor versión.

Se trata de separar a los líderes, de aquellos que no lo son.

Aquí empieza tu historia.

Bienvenido a AthenAI

AthenAI



Sobre el programa

Lidera los mercados financieros a través de la **Inteligencia Artificial** y la **Computación Cuántica**.



Naturaleza del programa

Este máster nace como respuesta directa a una **necesidad urgente del sector empresarial**: la falta de supervisores y reguladores con una formación integral y profunda en inteligencia artificial y computación cuántica.

En un entorno donde las empresas luchan por incorporar perfiles híbridos capaces de combinar análisis cuantitativo e inteligencia artificial, este programa se posiciona como una **vía estratégica para formar supervisores de AI Quants**, uno de los **perfiles más escasos y mejor valorados del ecosistema financiero**.

La orientación del programa no es académica, sino completamente profesional. Aquí no se trata de completar un temario para obtener un título, sino de capacitar a los alumnos con las herramientas, habilidades y conocimientos más avanzados del mercado. Se trabaja con datos reales, entornos de desarrollo profesionales y casos prácticos extraídos directamente de la industria.

Objetivo

Mientras **el resto de programas buscan crear usuarios avanzados de IA** ➔ *Un usuario depende de un software de terceros.*

El **objetivo de este programa es crear expertos en IA** ➔ *Un experto es capaz de crear su propio software de IA.* Desde el diseño hasta la puesta en producción. Así como adaptarlo para resolver cualquier tarea que esté realizando.

"Nuestro objetivo es enseñar a desarrollar IA, no sólo a utilizar IA"

Los perfiles que acceden a este programa suelen tener motivaciones claras y ambiciosas. En la mayoría de los casos, sus objetivos se agrupan en dos grandes categorías:

- **Impulsar su carrera profesional**, dando un salto cualitativo y cuantitativo, especialmente en términos de responsabilidad, proyección y salario.
- **Evitar la obsolescencia tecnológica**, actualizando y ampliando competencias clave en un entorno altamente dinámico, incluso partiendo ya de posiciones senior o bien remuneradas.

*Este programa no es una línea más en el currículum.
Es un punto de inflexión.*

Perfiles de acceso

Al máster se puede acceder desde diversos perfiles:

- a) Si vienes de una **carrera técnica** como física, matemáticas, ingeniería de telecomunicaciones, ingeniería informática etc, tendrás sólidos conocimientos en programación y matemáticas, pero un conocimiento limitado en técnicas avanzadas de Inteligencia Artificial y Computación Cuántica, así como una limitada formación en finanzas. Especialmente en la aplicación real de tus conocimientos al mundo bursátil (desarrollo e implantación de servicios de inversión).
- b) Si vienes de una **carrera de finanzas** como Dirección de empresas, estadística, actuariales, auditoría... o si eres un gestor de fondos de inversión, trader, broker, director de inversiones, director de innovación, compliance, auditoría etc. Tendrás sólidos conocimientos financieros, pero un conocimiento limitado en programación y en técnicas de Inteligencia Artificial.

Conocimientos previos necesarios

El presente programa está dirigido a profesionales y titulados que deseen profundizar en la aplicación de la Inteligencia Artificial y la Computación Cuántica en el ámbito de los mercados financieros.

Dada la naturaleza avanzada de los contenidos, se requiere que los participantes cuenten con una base técnica y conceptual previa. En concreto, los candidatos deberán poseer:

- **Conocimientos de programación en Python**, incluyendo el uso de librerías fundamentales como *NumPy*, *Pandas* y *Matplotlib*.
- **Conocimientos en finanzas y mercados financieros**, con comprensión de los principales instrumentos (renta fija, renta variable, derivados) y de los fundamentos de la gestión de carteras.
- **Conocimientos básicos de Machine Learning**, especialmente en lo relativo a algoritmos supervisados y no supervisados, así como a técnicas de modelización predictiva.

Dada la exigencia académica y práctica del programa, se recomienda que el estudiante disponga de una **dedicación mínima de 10 horas semanales** para el estudio y el desarrollo de los proyectos aplicados.

Estructura del Programa

Módulos	Horas lectivas	Peso	Horas estudio	Horas totales	ECTS
1. Inteligencia Artificial Avanzada	105	30 %	210	315	12,6
2. Derecho aplicado	20	6 %	40	60	2,4
3. Computación Cuántica e Inteligencia Artificial Cuántica	225	64 %	450	675	27
Total	350	100 %	700	1.050	42

Dirección académica

Guillermo Meléndez Alonso



Cuatro veces número uno de promoción. Licenciado en administración y dirección de empresas por la universidad de Alcalá. Máster en auditoría por el CEF, máster en finanzas cuantitativas por el CIFF, máster en mercados financieros e inversiones alternativas en Instituto BME, máster en Data Scientist & Big Data en AFI y máster en Deep Learning en MBIT.

Fundador y CEO de AtheAI Business School (2025)

Chief of Artificial Intelligence & Quantum Computing Officer (2025)

Fundador del laboratorio de IA y computación cuántica de Bolsas y Mercados Españoles (2008 – 2024)

- Desarrolló algoritmos de inversión con Inteligencia Artificial (2016 – 2024), capaces de batir recurrentemente al mercado. Algoritmos que facturaban únicamente en función del Alpha generado respecto al Benchmark (total return).
- Desarrolló el primer roboadvisor con IA de España (2018), y ha desarrollado los roboadvisor más avanzados del mercado (2018 – 2025). Roboadvisors basados en algoritmos genéticos, aprendizaje por refuerzo, enjambres (ACO, ABC) y enjambres cuánticos (PSO).
- Desarrolló el primer algoritmo de mejor ejecución con IA de España 2018. Capaz de batir recurrentemente al resto de algoritmos de mejor ejecución del mercado (VWAP, TWAP, POV).

Fundador y director del máster de Inteligencia Artificial y Computación Cuántica de Bolsas y Mercados Españoles (MIAX, ediciones 1 a 13)

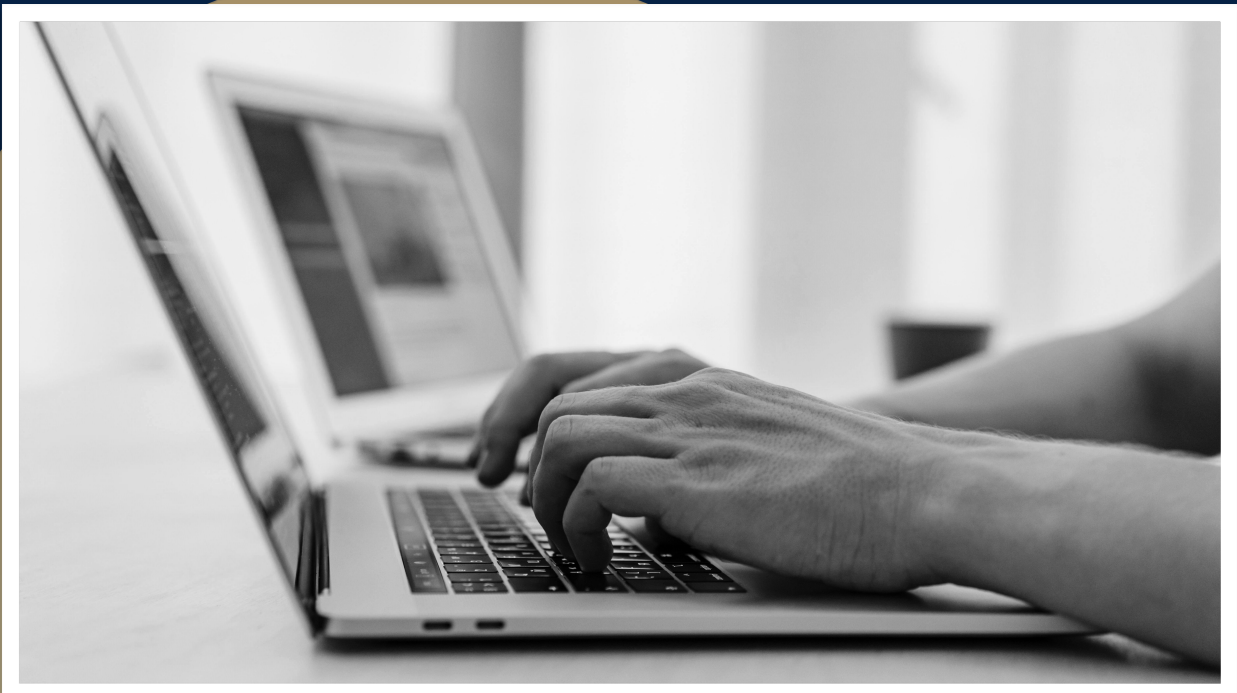
Es una de las voces más reconocidas en el sector financiero, frecuentemente consultado por miembros de mercado y reguladores (CNMV, Banco de España, Ministerio de Economía), ha participado en numerosas conferencias como Keynote Speaker:

- FIAB (2018, Asunción): Presentación del primer algoritmo de configuración dinámica, capaz de modificarse sin intervención humana.
- Ministerio de Economía (2018): Impacto futuro de la IA en los mercados financieros, presentación a los reguladores de beneficios y riesgos (CNMV, Banco de España, SEPBLAC, Ministerio de Economía, Dirección General de Seguros).
- Morningstar (2019, Museo Nacional de arte Reina Sofía): Presentación del primer roboadvisor que incorporó IA en España.
- CEOE – CNMV (2022, sede CEOE): La IA dirigida a la gestión de inversiones.
- BME (2022, Palacio de la Bolsa de Madrid): Presentación del primer roboadvisor del mundo basado en enjambres cuánticos.
- CNMV (2024, Palacio de la Magdalena, Santander): Inteligencia Artificial aplicada a los Mercados Financieros, riesgos y oportunidades.



Estructura del programa

Cada 6 meses actualizamos los contenidos del programa, ofreciendo **SIEMPRE** contenidos realmente punteros.



Programa

Módulo 1 | Inteligencia Artificial Avanzada

105 horas lectivas

Presentación del programa

- Regulación, riesgos y oportunidades de la IA y la Computación Cuántica Aplicada a los Mercados Financieros
- Servicios de IA y Cuántica puestos en producción en Bolsas y Mercados Españoles 2016 - 2025
- Riesgos en la integración de la IA y la Cuántica
- Generación y detección de fraude: modelos híbridos de IA Cuántica

Taller Multiobjective Portfolio Optimization (MPO) via Descenso del Gradiente

- Caso práctico 1: Maximizar Sharpe ratio
- Caso práctico 2: Minimizar CVaR
- Caso práctico 3: Minimizar CVaR + UCITS
- Caso práctico 4: Minimizar CVaR con Tracking Error \leq TE
- Caso práctico 5: Optimización conjunta (Sharpe \uparrow , CVaR \downarrow , TE, UCITS, peso mínimo, N activos)
- Caso práctico 5: Minimizar riesgo con restricciones de peso por subconjuntos

HFT y algoritmos de mejor ejecución

- High Frequency Trading
 - Statistical arbitrage
 - Latency arbitrage
 - Momentum trading
 - Delta hedging
 - Proximity vs colocation
- Best execution
 - Impacto de mercado vs riesgo de mercado
 - Tipología de órdenes avanzada: OCO, OSO, Bracket, Ghost, Pegged, Trailing Stop
 - Desarrollo con series temporales de microsegundos.
 - Simulación de un libro de órdenes, profundidad del libro, prioridad precio-tiempo.
 - VWAP, TWAP, POV, Smart Order Routing

Taller de Aprendizaje por Refuerzo aplicado a Mejor Ejecución I

- Creación de entornos
- Exposición del caso práctico. Algoritmos de ejecución
- Resolución del problema. Planteamiento teórico
- Desarrollo por equipos de un algoritmo de RL aplicado a finanzas: primera parte

Taller de Aprendizaje por Refuerzo aplicado a Mejor Ejecución II

- Mejora de entornos
- Desarrollo por equipos de un algoritmo de RL aplicado a finanzas: segunda parte

Algoritmos genéticos I

- Función objetivo
- Estrategias de selección
- Cruzamiento
- Mutación
- Reemplazo generacional

Algoritmos genéticos II

- Optimización de carteras de inversión
- Perfilamiento del cliente: perfil de riesgo
- Restricciones UCITS
- Vector de preferencias
- Mandatos
- Rebalanceos de cartera
- Roboadvisor genético y backtesting

Algoritmos enjambre I

- Colonia de hormigas (algoritmo ACO)
 - Construcción del entorno
 - Selección del camino
 - Cantidad de feromona
 - Evaporación
 - Poda de la solución óptima

Algoritmos enjambre II

- Algoritmo ACO avanzado
- Algoritmo de la colonia de abejas (ABC)
- Algoritmo de crecimiento bacteriano
- Algoritmo de manada
- Construcción de entornos financieros

Algoritmos enjambre III

- Familia de algoritmos PSO
- Análisis de incertidumbre en la toma de decisiones
- Aplicación de PSO en la optimización de carteras

Inferencia causal

- Causalidad vs. predicción
- Datos experimentales vs. observacionales DAGs
- D-separation, confusores/colisionadores/mediadores
- Criterio back-door/front-door y notación $do(\cdot)$
- De la identificación a la estimación
- Práctica guiada: construir y validar un DAG del caso

Taller de detección de brechas (rupturas) estructurales en series temporales

- Definición y tipologías de cambio de régimen (nivel, tendencia, varianza y dependencia)
- Métodos deterministas clásicos (Chow/Quandt-Andrews, CUSUM, Binary Segmentation, PELT)
- ML supervisado (XGBoost y ensembles)
- Deep Learning secuencial (LSTM/Transformers) para detección y anticipación

Research with Google Deepmind I

- Federated Learning
- Gemini model family: 1.0, 1.5 and 2.0 (review of 4 papers)
- Multimodality

Research with Google Deepmind II

- Gemma model family (review of 11 papers)
 - Models: Gemma-1, RecurrentGemma, CodeGemma, PaliGemma, ShieldGemma,
- DataGemma and ColPali
 - Innovations: SigLIP, Griffin, and Gemma Scope
 - Llama model family (review of 4 papers from Meta)
 - STaR: Bootstrapping Reasoning With Reasoning
 - Human-like systematic generalization through a meta-learning neural network
 - Towards Self-Assembling Artificial Neural Networks through Neural Developmental Programs

Agentic AI I

- Deterministic AI agents. Dialogflow
- Generative AI agents. Playbooks
- Agentic architectures
- Data stores for agents

Agentic AI II

- ADK (Agent Development Kit)
- MCP (Model Context protocol)
- A2A (Agent to Agent protocol)
- LangChain intro

Agentic AI - Sesión III

- Agents Foundational concepts
- Start to build agents in Google Cloud
- Agentic Memory
- Memory management. LLM as operating systems
- Labs

Agentic AI - Sesión IV

- Agent Engine and Agent Garden
- Evaluation/Improvement of Agents
- AgentOps
- Labs

LRM - Large Reasoning Models

- Architectures
- Differences LLM - LRM
- Gemini 2.5 vs OpenAI o3, o4
- Evaluation methodology
- Use cases

Taller de construcción de agentes y aplicación práctica I

- Repaso: Fundamentos de Agentes Generativos (LangChain, AutoGPT)
- Desarrollo práctico agente básico con LangChain
- Integración agentes con APIs y herramientas externas
- Práctica supervisada: agente básico con memoria y recuperación
- Evaluación práctica de agentes creados

Taller de construcción de agentes y aplicación práctica II

- Aplicación a Smart Due Diligence
- Cloude + mcp + grafos
- Capacidad de detectar errores y que el modelo automodifique el prompt para completar la tarea

Módulo 2 | Derecho Aplicado

20 horas lectivas

Derecho aplicado a la IA I

- Marcos jurídicos de la Inteligencia Artificial en Europa, EEUU, Asia y oriente.
- Responsabilidad asociada a sistemas de inteligencia artificial (i)
- Las figuras del operador/productor/ y sus implicaciones legales
- El caso de sistemas de aprendizaje autónomo y los casos de aprendizaje online y offline

Derecho aplicado a la IA II

- Responsabilidad asociada a sistemas de inteligencia artificial (ii)
- El Nuevo Reglamento de Inteligencia Artificial
 - Marco jurídico asesoramiento / algoritmos de inversión / MIFID II
 - Requisitos asociados a los algoritmos de alta y baja frecuencia
 - Trazabilidad y responsabilidades asociadas
- Protección de datos
- Casos prácticos sobre responsabilidad en el uso de la IA

Derecho aplicado a la IA III

- La importancia de la ética en la regulación de la inteligencia artificial
- Normativa en materia de protección de datos personales en sistemas de IA
- El Sandbox en Inteligencia Artificial
- La Agencia Española de Supervisión de la IA
- Malfuncionamiento vs rentabilidades pasadas no garantizan rentabilidades futuras

Aspectos Legales (IA Abierta)

- IA Abierta
- Tipos de Licencias para componentes de IA
- Model Cards
- Rol de los derechos y la propiedad intelectual
- Impacto de la regulación en los modelos
- Casos de Estudio

Módulo 3 | Computación Cuántica

225 horas lectivas

Introducción a la Computación Cuántica

- Teoría de la Computación
- Computación cuántica
- Historia
- Aplicaciones
- Introducción a la Mecánica Cuántica

Hardware para computación cuántica

- Implementaciones físicas
- Retos tecnológicos
- Cloud y ecosistema de desarrollo de software
- Roadmaps de los proveedores

Algoritmos cuánticos y casos de uso

- Introducción a Algoritmia y Complejidad computacional

- Algoritmos cuánticos
- Optimización con Quantum Annealing
- Algoritmos de inspiración cuántica
- Aplicaciones

Criptografía post-cuántica y gestión del riesgo

- Amenaza cuántica
- La solución al riesgo cuántico: PQC
- Estrategias de Migración y Cripto Agilidad
- Regulación y estándares

Álgebra lineal

- Espacio vectorial, independencia lineal, bases
- Operadores lineales, autovectores y autoestados
- Producto escalar, ortonormalización
- Espacio de Hilbert (Proyectivo)
- Operadores Hermíticos y Unitarios
- Operaciones sobre operadores (traza, conmutador, anticonmutador)
- Producto tensorial de espacios vectoriales

Principios de la mecánica cuántica

- Espacio de estados físicos (Notación de Dirac)
- Qubits
- Evolución (Ecuación de Schrödinger)
- Interpretación probabilística
- Proceso de medida (Proyección de estados)
- Principio de Incertidumbre de Heisenberg

Sistemas compuestos

- Sistemas compuestos (Estados puros y entrelazados)
- Operador densidad
- Paradoja EPR
- Desigualdades de Bell
- Teorema de no clonado

Algoritmos cuánticos

- Puertas lógicas cuánticas
- Código denso
- Teleportación cuántica

Software para computación cuántica

- Frameworks y plataformas en la nube
- Plataforma IBM Quantum: superposición, entrelazamiento, visualizaciones y herramientas
- Qiskit: Quantum Information Science Kit – Proyecto y Qiskit Lab
- Puertas
- Circuitos
- Visualizaciones
- Ejecución en simuladores y computadores cuánticos reales
- Volumen cuántico
- CLOPS
- Qiskit Runtime

Computación clásica vs cuántica

- Teoría de la complejidad computacional
- Comparativa entre algoritmos clásicos y cuánticos
- Algoritmos de Grover y de Shor
- Ejemplos de realizaciones físicas de qubits
- Decoherencia y corrección de errores

Circuitos y algoritmos cuánticos

- Bernstein-Vazirani
- Grover. Implementación de oráculos
 - Sudoku binario
- Quantum Support Vector Machines
 - Creación de un kernel clásico y cuántico
 - Clasificadores cuánticos
 - Ensemble de clasificadores clásico-cuántico: Detección de fraude

Aplicaciones cuánticas

- Algoritmos específicos (Optimización, Álgebra Lineal, Machine Learning)
- Quantum Amplitude Estimation (QAE)
- Variational Quantum Eigensolver (VQE)
- Quantum Approximate Optimization Algorithm (QAOA)
- Quantum Generative Adversarial Network (qGAN)
- Aplicaciones en Finanzas
 - Quantum Risk Analysis
 - Option Pricing using Quantum Computers

Qiskit Optimization

- Módulo de Optimización
- Modelos DocPLEX
- VQE, QAOA, Grover optimization
- Optimización de *portfolio*

Criptografía Cuántica

- Introducción a la Teoría de la Información
 - Entropía de Shannon
 - Entropía de von Neumann
- Sistemas simétricos y asimétricos de criptografía
- Quantum Key Distribution (QKD)
- Protocolos:
 - BB84
 - B92
 - EPR
- Seguridad de los protocolos cuánticos

Quantum Machine Learning

Quantum Neural Networks

- PyTorch Qiskit connector
- Redes neuronales híbridas clásico-cuántico
 - Quantum Support Vector Machine
 - Quantum recurrent neural network
 - Quantum convolutional neural network

Aplicaciones avanzadas

- Redes Bayesianas cuánticas: Análisis de riesgos
- Quantum Generative Adversarial Network
- Quantum Reinforcement Learning
- Algoritmos de enjambre y Computación Cuántica (PSO cuántico)
- Autoencoder cuántico
- Quantum Autoencoder
- Quantum Transfer Learning
- Transformer cuántico

Qiskit Finance y aplicaciones avanzadas

- Value at risk (Montecarlo cuántico)
- Quantum risk analysis (redes bayesianas cuánticas)

- Option pricing (Montecarlo cuántico, QAE, QAOA)
- Simulación de escenarios (Iterative Quantum Amplitude Estimation IQAE)
- Optimización de portafolios (VQE, QAOA, Grover optimization, Quantum PSO)
- Detección de fraude (ensemble de clasificadores clásico – cuántico)
- Best execution (Quantum Reinforcement Learning)

Tensor networks I

- Introducción matemática: qué es un tensor y cómo se operan
- Notación: definición y ejemplos
- Representaciones: MPS/TT, MPO y PEPS
- Comprensión de tensores con SVD
- Esquemas de contracción
- Tensor Networks lógicas
- Simulación de circuitos cuánticos
- Ejemplo con el algoritmo de Deutsch-Jozsa
- Optimización combinatoria con tensor networks lógicas

Tensor networks II

- Ejemplo con el traveling salesman problem
- Ejemplo con el knapsack problem
- Ejemplo del task scheduler y unión con algoritmos genéticos

Tensor networks III

- Machine Learning con tensor networks
 - Compresión de capas.
 - Derivar tensor networks
 - LLM: CompatifAI
- Detección de anomalías por compresión
 - Definición.
 - Series temporales.
- Ecuaciones diferenciales con tensor networks
- DMRG
- Librerías de software recomendadas:

Infraestructura de Clave Pública Cuántica I: Diseño de PKI Híbrida

- Arquitectura de CA híbrida
- Jerarquías de certificación
- Políticas de certificación
- Gestión de múltiples algoritmos
- Períodos de transición
- Interoperabilidad

Infraestructura de Clave Pública Cuántica II: Gestión de Certificados

- Ciclo de vida de certificados
- Sistemas de revocación
- OCSP y CRL cuánticos
- Formatos de certificados híbridos
- Almacenamiento seguro
- Auditoría y logging

Infraestructura de Clave Pública Cuántica III: Firma Digital Cuántica

- Esquemas de firma híbridos
- Estándares emergentes
- Validación a largo plazo
- Sellado de tiempo cuántico

- Preservación de evidencias

Infraestructura de Clave Pública Cuántica IV: Migración de Sistemas

- Análisis de sistemas legacy
- Estrategias de migración
- Compatibilidad backwards
- Testing de integración
- Gestión de riesgos
- Plan de contingencia

Algoritmos y Protocolos Cuánticos Básicos I: Criptografía Basada en Retículos

- Learning With Errors (LWE)
- Ring-LWE
- Module-LWE
- NTRU
- CRYSTALS-Kyber
- Optimizaciones prácticas

Algoritmos y Protocolos Cuánticos Básicos II: Sistemas Multivariantes

- Oil-Vinegar
- Rainbow
- HFE variants
- UOV schemes
- Implementaciones eficientes
- Análisis de seguridad

Algoritmos y Protocolos Cuánticos Básicos III: Criptografía Basada en Hash

- Hash-based signatures
- SPHINCS+
- XMSS
- Merkle trees
- One-time signatures
- Few-time signatures

Algoritmos y Protocolos Cuánticos Básicos IV: Criptografía Basada en Códigos

- Classic McEliece
- Códigos Goppa
- QC-MDPC
- Decodificación de síndromes
- Optimización de parámetros
- Implementación práctica

Implementación Segura de Sistemas Cuánticos I: Desarrollo Seguro

- Ciclo de vida de desarrollo seguro
- Buenas prácticas de programación
- Testing de implementaciones PQC
- Gestión segura de memoria
- Control de versiones y auditoría
- DevSecOps para sistemas PQC

Implementación Segura de Sistemas Cuánticos II: Side-Channel Attacks

- Ataques de tiempo
- Análisis de consumo energético
- Ataques electromagnéticos
- Fault injection
- Cache attacks
- Microarquitectura y side-channels

Implementación Segura de Sistemas Cuánticos III: Contramedidas

- Implementaciones constant-time
- Enmascaramiento aritmético
- Protección contra fallos
- Randomización
- Validación de implementaciones
- Testing de resistencia

Implementación Segura de Sistemas Cuánticos IV: Integración de Sistemas

- APIs criptográficas seguras
- Bibliotecas PQC
- Integración con TLS/SSL
- Testing y benchmarking
- Monitorización de rendimiento
- Gestión de incidentes

IoT Security en la Era Cuántica I: Arquitectura IoT Segura

- Protocolos IoT
- Gestión de identidad
- Arquitecturas edge-fog-cloud
- Seguridad en sensores

IoT Security en la Era Cuántica II: Criptografía Ligera

- Algoritmos lightweight
- Optimización de recursos
- Gestión de energía
- Protocolos eficientes

IoT Security en la Era Cuántica III: Soluciones PQC para IoT

- Implementaciones optimizadas
- Bootstrapping seguro
- Actualizaciones seguras
- Gestión de claves

IoT Security en la Era Cuántica IV: Casos Prácticos

- Industrial IoT
- Smart cities
- Healthcare IoT
- Redes de sensores

Algoritmos y Protocolos Cuánticos Avanzados I: CRYSTALS Suite

- CRYSTALS-Kyber en profundidad
- CRYSTALS-Dilithium
- Optimizaciones AVXII
- Implementación en hardware
- Integración en protocolos
- Análisis de rendimiento

Algoritmos y Protocolos Cuánticos Avanzados II: Falcon y SPHINCS+

- Falcon signature scheme
- SPHINCS+ en detalle
- Comparativa de rendimiento
- Optimizaciones prácticas
- Casos de uso específicos
- Integración en sistemas reales

Algoritmos y Protocolos Cuánticos Avanzados III: Protocolos Híbridos

- Diseño de protocolos híbridos
- TLS cuántico
- SSH cuántico
- IKE/IPSec cuántico
- Análisis de seguridad
- Rendimiento y optimización

Algoritmos y Protocolos Cuánticos Avanzados IV: Aplicaciones Especializadas

- IoT cuántico
- Blockchain cuántico
- Cloud computing cuántico
- Sistemas embebidos
- Dispositivos móviles
- Infraestructuras críticas

Seguridad en Comunicaciones Cuánticas I: QKD

- Protocolos BB84 y E91
- Hardware QKD
- Limitaciones prácticas
- Ataques y defensas

Seguridad en Comunicaciones Cuánticas II: Redes Cuánticas

- Repetidores cuánticos
- Routing cuántico
- Memoria cuántica
- Protocolos de red

Seguridad en Comunicaciones Cuánticas III: Sistemas Híbridos

- Integración QKD-PQC
- Nodos de confianza
- Gestión de claves
- Arquitecturas híbridas

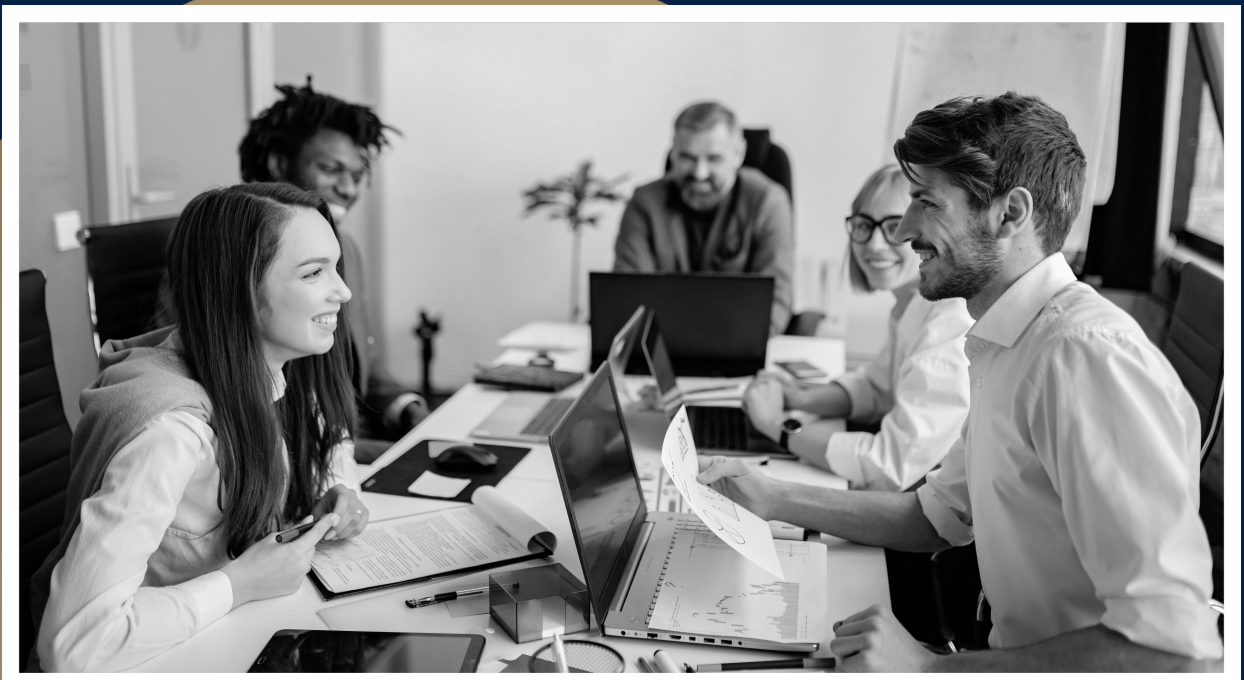
Seguridad en Comunicaciones Cuánticas IV: Aplicaciones

- Redes metropolitanas
- Comunicación satelital
- Backbone cuántico
- Casos de uso

Examen de certificación Qiskit: Certificado de desarrollador en computación cuántica

Certificaciones

Mientras estudias este máster podrás obtener la certificación de **Desarrollador en Computación Cuántica Qiskit 2** de IBM



Desarrollador en Computación Cuántica Qiskit 2, IBM

El certificado está diseñado para desarrolladores interesados en profundizar en la computación cuántica.

El certificado se enfoca en la programación y conceptualización de circuitos y algoritmos cuánticos, así como en la comprensión de las operaciones matemáticas detrás de los sistemas cuánticos.

Contenido del Certificado



Conceptos Fundamentales de Computación Cuántica:

- Qubits y operaciones básicas.
- Puertas cuánticas y creación de circuitos.

Algoritmos Cuánticos:

- Algoritmos de Deutsch-Jozsa, Grover, y Shor.

Qiskit 2:

- Uso de Qiskit para construir y simular circuitos cuánticos.
- Manejo de simuladores y computadoras cuánticas reales.

Aplicaciones Cuánticas:

- Optimización y finanzas.

A través de IBM dispondremos de acceso prioritario a dispositivos cuánticos reales de 154 qubits para poder poner en práctica los conocimientos adquiridos en clase.

Beneficios para los estudiantes

La certificación no sólo es una inversión en conocimientos avanzados sino también un trampolín hacia oportunidades profesionales únicas en un campo disruptivo, y con demanda creciente:

- Diferenciación Competitiva
- Acceso a Oportunidades Especializadas
- Desarrollo de Habilidades Técnicas Avanzadas
- Credenciales Reconocidas por la Industria

Para la obtención de esta certificación, será necesario superar la prueba práctica en la plataforma de IBM (Pearson VUE).

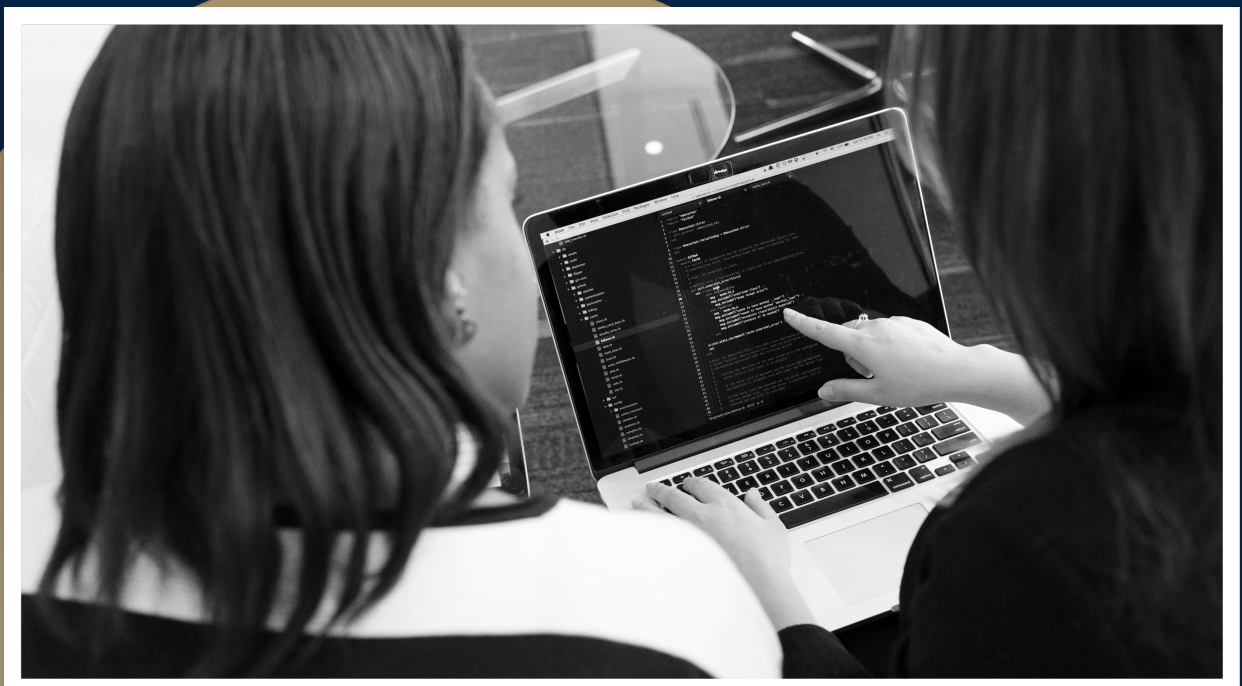
Esta certificación tiene un coste adicional de 200\$ en concepto de tasa de examen, el cual IBM cobrará directamente a los alumnos.

AthenAI



Un programa ÚNICO

Nos diferenciamos del resto de programas de Inteligencia Artificial y finanzas **por múltiples razones**, que lo convierten en un programa realmente ÚNICO.



Metodología envolvente

*"Nuestra formación no se limita a transmitir conocimientos:
Aquí se vive, se practica y se demuestra."*

Aprender significa evolucionar, por lo que los alumnos se sumergen desde el primer día en una experiencia envolvente, en la que:

- Asisten a clases prácticas, dinámicas y rigurosas, con expertos en cada materia.
- Superan prácticas de dificultad creciente, diseñadas para retar incluso a los perfiles más avanzados. Estas prácticas simulan entornos profesionales reales, asegurando que los estudiantes no sólo comprendan los conceptos, sino que sepan aplicarlos en el mundo real.
- Cuentan en todo momento con las mismas herramientas que dispondrán en su vida profesional: apuntes, internet, foros, tutores, la grabación de las clases, acceso a ChatGPT, etc.
- Resuelven desafíos reales aplicados a ciberseguridad, mercados financieros, derecho... aplicando los conocimientos adquiridos en Inteligencia Artificial, Servicios Cloud, Computación Cuántica...
- Desarrollan y ponen servicios en producción, ya que la teoría no sirve si no se pone en práctica. Disponen de una comunidad diseñada para generar equipos de alto rendimiento que puedan desarrollar sus ideas y llevarlas al mercado.
- Certifican, comparan y evolucionan sus conocimientos y habilidades.
- Colaboran y compiten con otros estudiantes en un entorno seguro y estimulante.
- Construyen una red de contactos de alto valor, compartiendo experiencias con compañeros que serán contactos estratégicos en la evolución de su carrera... y amigos para toda la vida.
- Toman decisiones con impacto real en su trayectoria y reputación dentro de la comunidad. Porque durante su formación, las calificaciones son importantes, pero la reputación será importante a lo largo de su vida.

Certificado por IBM

Nuestros programas están diseñados para que el estudiante, además de adquirir conocimientos de vanguardia, pueda **obtener las certificaciones más reconocidas a nivel nacional e internacional**.

Entre el elenco de profesores del módulo de computación cuántica, contaremos con el responsable de IBM de Computación Cuántica aplicada a Finanzas. Durante este módulo, los alumnos recibirán la formación oficial necesaria para obtener la **certificación de Qiskit 2**. Dicho examen lo realizarán desde la propia plataforma de IBM, entidad responsable de certificar los conocimientos de los alumnos.

Acceso a ordenadores cuánticos reales

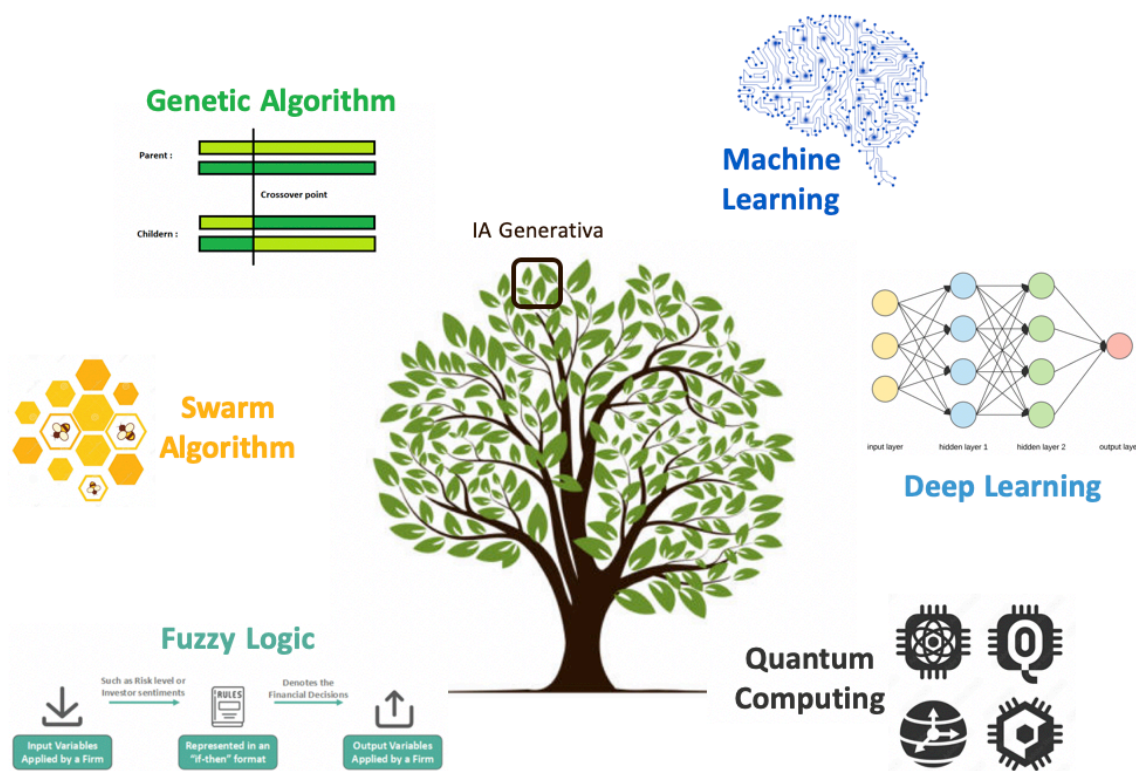
A nivel mundial, la inmensa mayoría de másteres que imparten contenido de cuántica, emplean simuladores cuánticos en Python. Gracias a nuestra estrecha colaboración con el laboratorio de cuántica de IBM, nuestros alumnos **tendrán acceso a ordenadores cuánticos de 154 Qbits**.

En el máster no se estudia únicamente Deep Learning

Existen 5 ramas de Inteligencia Artificial:

- Algoritmos Genéticos
- Algoritmos Enjambre
- Lógica Difusa
- Machine Learning y Deep Learning
- Modelos Híbridos Cuánticos

Nuestro programa es el único existente donde se profundizará en las 5 ramas de conocimiento de la Inteligencia Artificial. Ahondamos en cada concepto y explicamos lo que se está utilizando actualmente en la industria.



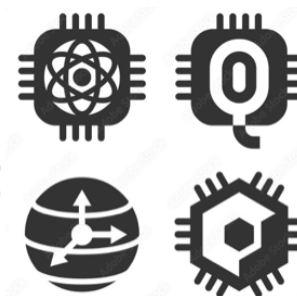
La IA no sólo es Generativa

El futuro pasa indudablemente por los modelos híbridos de IA cuántica, y su aplicación a los mercados financieros. En el máster profundizaremos en estos modelos, y su aplicación a las finanzas.

Modelos híbridos de IA cuántica

- Quantum Support Vector Machine
- Quantum Convolutional Neural Networks
- Quantum Recurrent Neural Networks
- Quantum Generative Adversarial Network
- Quantum Reinforcement Learning
- Quantum Bayesian Networks
- Quantum Autoencoder
- Quantum Transfer Learning
- Quantum Transformer
- Quantum Genetic Algorithms
- Quantum Blockchain
- Quantum Swarms

Quantum Computing



Aplicaciones a los mercados financieros

- Value at risk (Montecarlo cuántico)
- Quantum risk analysis (redes bayesianas cuánticas)
- Option pricing (Montecarlo cuántico, QAE, QAOA)
- Simulación de escenarios (Iterative Quantum Amplitude Estimation IQAE Montecarlo cuántico)
- Optimización de portafolios (VQE, QAOA, Grover optimization, Quantum PSO)
- Detección de fraude (ensemble de clasificadores clásico – cuántico)
- Best execution (Quantum Reinforcement Learning)

Excelencia del profesorado

El profesorado de esta formación está integrado por ingenieros de Google, IBM, Mercados Financieros...

Es **nuestro activo más valioso**, por lo que dedicamos especial tiempo y atención a su riguroso proceso de selección. Cada profesor ha sido cuidadosamente elegido en función de tres criterios clave:

- Sus profundos conocimientos en el área de conocimiento que imparten.
- Su capacidad de transmitir todos esos conocimientos a los alumnos.
- Su experiencia real en proyectos en empresas.

Este enfoque garantiza una formación de alto nivel, conectada con la realidad profesional y diseñada para transformar el aprendizaje de alto impacto.

Actualización constante de contenidos

A diferencia de otras escuelas de negocios, la **actualización de nuestros programas** no es una promesa, sino un **principio fundamental**.

Cada nueva edición revisamos y adaptamos a fondo todo el programa, para incorporar las últimas tendencias, los avances tecnológicos más relevantes y los desafíos actuales del sector.

Contamos con la participación directa de actores clave en grandes empresas tecnológicas, como son los propios ingenieros de Google, quienes **comparten con nuestros alumnos los últimos papers publicados**, tanto por Google como por su competencia (Microsoft, Meta, Amazon). Esto garantiza que el contenido de cada edición sea único, completamente actualizado y alineado con el estado real del mercado.

Empleabilidad y cantera de laboratorios de IA

En la actualidad empresarial, el puesto de Quant AI está considerado como uno de los más difíciles de cubrir, convirtiéndose en uno de los perfiles mejor remunerados del sector financiero.

El nivel de exigencia del programa, así como la constante actualización de sus contenidos, convierten a los egresados en la cantera natural para **cualquier sociedad de valores, broker, o fondo de inversión**.

El programa cuenta con una **vinculación directa con los laboratorios de IA de las principales sociedades de valores**. Gracias a esta estrecha colaboración, los estudiantes podrán trabajar en proyectos reales (TFM) y participar en retos estratégicos propuestos por entidades de referencia, lo que aumenta significativamente las oportunidades de inserción laboral de nuestros egresados.

"Nuestro objetivo es conseguir que la empleabilidad de nuestros egresados, a nivel nacional e internacional, sea cercana al 100% en puestos relevantes"



Claustro de expertos y docentes

El profesorado es el **activo más valioso del máster**, por lo que la selección de profesores es una de las partes a la que hemos dedicado más tiempo y atención.



Profesor	Especialidad	Formación	Puesto actual
 <u>Alejandro Mata Ali</u>	Computación Cuántica	<ul style="list-style-type: none"> - Grado en física - Máster en física de partículas 	Responsable de Computación Cuántica y Tensor Networks ITCL
 <u>Carlos Muñoz Ferrandis</u>	Derecho	<ul style="list-style-type: none"> - Grado en Derecho - Máster en Práctica Jurídica - Master en Propiedad Intelectual y Derecho de las Tecnologías de la Información - Doctor en Filosofía y Doctorando en Derecho 	Co-founder & COO Alinia AI
 <u>Escolástico Sánchez</u>	Computación Cuántica	<ul style="list-style-type: none"> - Licenciado en Matemáticas Fundamentales - 3 Másteres: Computación Cuántica; Valoración, Control y Gestión de Opciones, Futuros y Nuevos Instrumentos Financieros; Técnicas Matemáticas y Estadísticas aplicadas a la Gestión Financiera. - Posee 4 patentes en los ámbitos de cuantificación, gestión de riesgos, fraude y blockchain 	Executive Director BBVA
 <u>Franco Dante Albareti</u>	Computación Cuántica	<ul style="list-style-type: none"> - Licenciado en Física (1º de promoción) - Máster en física teórica, cosmología y partículas elementales - Doctorado en física teórica y curvas espacio temporales (1º promoción) - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mIAX) 	Senior Software Engineer Affirm
 <u>Ginés Carrascal de las Heras</u>	Computación Cuántica	<ul style="list-style-type: none"> - Licenciado en física, óptica y electrónica - Máster en microanálisis espectral con láser 	Quantum Computational Scientist IBM Quantum
 <u>Gonzalo Navarro Ruiz</u>	Derecho	<ul style="list-style-type: none"> - Licenciado en Derecho - Licenciado en Administración de Empresas - Máster en Asesoría Jurídica de Empresa (1º de promoción) - Doctorado en Derecho Societario-Mercado de Valores (Summa cum laude por unanimidad) - Executive Master of Business Administration (EMBA) 	Head of Financial Regulation ONTIER
 <u>Guillermo Meléndez Alonso</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas Dirección académica	<ul style="list-style-type: none"> - Diplomado en Empresariales (1º de promoción) - Licenciado en dirección de empresas (1º de promoción) - Máster en auditoría - Máster en finanzas cuantitativas - Máster en Bolsa e inversiones alternativas - Máster en Data Science y Big Data (1º de promoción) - Máster en Deep Learning (1º de promoción) 	CEO AthenAI
 <u>Jesús Sanz del Real</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> - Graduado en derecho - Graduado en administración y dirección de empresas - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mIAX) - CFA level II 	Associate Team Leader & Data Scientist Oliver Wyman
 <u>José Cándido Carballido López</u>	Computación Cuántica	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero en Informática de sistemas - Master de seguridad de las tecnologías de la información y de las comunicaciones (MISTIC) 	Cyberdefend Practice Leader & CTO SPG

Profesor	Especialidad	Formación	Puesto actual
 <u>Jose Zamora</u>	Inteligencia Artificial	<ul style="list-style-type: none"> - Doble Grado en Ingeniería Informática y Hardware - Master en Computer Vision - Máster en Digital Intelligence - MBA 	Director de IA, GenAI y MLOps
 <u>Juan Luis Fernández-Martínez</u>	Inteligencia Artificial	<ul style="list-style-type: none"> - Doctor en filosofía - Doctor en Ingeniería del Petróleo - Ingeniero de minas - Diplomado en Geofísica aplicada - Master de Ingeniería del petróleo 	Co-fundador StockFink
 <u>Miguel García Cordo</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mIAX) - Máster en Inteligencia Artificial (Instituto de Inteligencia Artificial) - Certificado en la ISO 42001 AI Management Leader - Certificado en la ISO 38507 AI Governance Leader 	Chief Risk Officer (CRO) Inversis
 <u>Pedro Ventura Gómez</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mIAX) (1º de promoción) - Experto en Gestión de Back Office, Servicios financieros y de gestión financiera - Ingeniero Técnico de Telecomunicaciones 	Director de Proyectos March Asset Management
 <u>Rafael Sánchez</u>	Inteligencia artificial + Big Data	<ul style="list-style-type: none"> - Licenciado en telecomunicaciones - Doctor en ingeniería y telecomunicaciones 	Manager, Generative AI / ML, Southern Europe and Middle East Google
 <u>Raquel Hernández Falcón</u>	Inteligencia Artificial + Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> - Grado en Matemáticas, Estadística e Investigación - Máster en Inteligencia Artificial Aplicada a los Mercados Financieros (mIAX) - Máster en Finanzas Cuantitativas 	Control de Riesgos y Cumplimiento Normativo March Asset Management
 <u>Ricardo Estefanescu Abad</u>	Computación Cuántica	<ul style="list-style-type: none"> - Grado en Ingeniería de Computadores - Profesor de Computación Cuántica Universidad Francisco de Vitoria - IBM Senior Quantum Ambassador 	CTO Puffin Security
 <u>Roberto García Pérez</u>	Computación Cuántica	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniero en Informática 	Security Specialist (27 años) IBM
 <u>Ventura Sarasa Laborda</u>	Ciberseguridad y Computación Cuántica	<ul style="list-style-type: none"> - Grado en Matemáticas con especialización en Álgebra - Máster en Ciberseguridad - Máster en Computación Cuántica - Certificado en Especialidades Criptológicas (CCN-CERT), Criptografía (Maryland y Stanford) y Fundamentos de la programación cuántica (D-Wave) 	Quantum Scientist Associate BBVA

Información general



Información General

Duración



Programa completo equivalente a **42 ECTS**

- 350 horas lectivas
- 1.050 horas lectivas + estudio
- 10 meses

Fecha de inicio

A determinar
por la entidad



Fecha de finalización

A determinar
por la entidad

Horario



Viernes de 16 a 21 horas

Sábados de 9 a 14 horas

Localización



El programa se imparte en formato **100% online**.

Precio



Precio del programa **a consultar**

Máximo **30 alumnos** por programa

AthenAI

En 2025, AthenAI lanzó un programa pionero para formar a expertos capaces de aplicar la Inteligencia Artificial y la Computación Cuántica en la supervisión y regulación financiera.

Su objetivo es preparar a las entidades reguladoras para afrontar los desafíos tecnológicos con rigurosidad y visión estratégica.

