

Computación Cuántica para la Industria

Justificación del curso

Este curso se presenta como un itinerario progresivo para entender qué puede aportarnos la computación cuántica y dar los primeros pasos hacia su uso. Empezamos con una sesión presencial para crear un lenguaje común y confianza en el grupo, y seguimos online con trabajo práctico sobre hardware cuántico e inspirado en cuántica. Cubrimos el estado actual de la computación cuántica, cómo ganar acceso a un ordenador cuántico, optimización, aprendizaje automático cuántico (QML) y una visión realista de retos y limitaciones.

Todas las sesiones prácticas usan acceso gratuito a hardware y simuladores, frameworks comunes en Python y notebooks interactivos. No se necesita instalación local.

- **Audiencia:** 25-35 personas de equipos de industria, analítica e ingeniería
- **Formato:** 1 sesión presencial + 4 sesiones online
- **Duración total:** aprox. 16 horas
- **Idioma:** Español (materiales y notebooks en Python)
- **Claustro:** Iraitz Montalbán (CTO Falcondale)

Calendario semanal propuesto, horario de mañana

Inicio el lunes 9 de noviembre. Todas las sesiones en horario de mañana para facilitar la asistencia.

Sesión	Fecha propuesta	Horario	Modalidad	Duración
1. La cuántica hoy	Lunes 9 nov 2026	9:30-13:00	Presencial	3,5h
2. Acceso a un ordenador cuántico	Lunes 16 nov 2026	9:30-12:30	Online en directo	3h
3. Optimización	Lunes 23 nov 2026	9:30-13:30	Online en directo	4h
4. QML	Lunes 30 nov 2026	9:30-13:30	Online en directo	4h
5. Retos y roadmap	Miércoles 2 dic 2026	9:30-11:00	Online en directo	1,5h

Total: 16h en 4 semanas. Todas las sesiones online incluyen pausas para descanso.

Sesión 1: La Computación Cuántica Hoy - Principios, Panorama y Promesa

- **Modalidad:** Presencial
- **Duración:** 3,5 horas (con 1 pausa)
- **Fecha propuesta:** Lunes 9 nov 2026, 9:30-13:00

Resumen: Por qué debería importar la computación cuántica a la industria ahora mismo. Esta sesión presencial inicial crea un lenguaje común para todo el grupo. Presentamos cúbits, superposición, entrelazamiento e interferencia sin formalismo pesado, y explicamos dónde puede ayudar la cuántica y dónde no. Revisamos avances clásicos inspirados en cuántica que ya aportan valor, como redes de tensores, bifurcación simulada y Scientific Machine Learning. Cerramos con un mapa de proveedores de hardware y software, hojas de ruta tecnológicas y casos de uso industriales representativos, para que cada participante distinga oportunidad e hype. Idealmente, si esta primera sesión se abre a un público general más amplio (ejecutivos, managers,...) indicaremos formas de empezar esta adopción a nivel empresarial (quantum flywheel).

Temas

- Motivación y conceptos esenciales en lenguaje llano
- Puntos fuertes y débiles de las apuestas cuánticas
- Técnicas clásicas inspiradas en los retos de la cuántica
- Tipos de problemas y encaje con problemas industriales
- Hoja de ruta de hardware (annealing, puertas, NISQ hacia tolerancia a fallos) y mapa de proveedores
- Discusión en vivo: propuesta de problemas candidatos de los participantes

Conocimientos básicos: No se requiere formación cuántica previa. Ayuda tener familiaridad básica con Python y con toma de decisiones basada en datos. Esta sesión nivela al grupo.

Lugar Presencial con opción online en Bilbao Berrikuntza Faktoria

Sesión 2: Cómo Ganar Acceso a un Ordenador Cuántico - del Portátil a la QPU

- **Modalidad:** Online en directo con notebooks
- **Duración:** 3 horas (1,5h teoría + 1,5h práctica guiada)
- **Fecha propuesta:** Lunes 16 nov 2026, 9:30-12:30

Resumen: Esta sesión convierte la teoría en acceso. Cada participante lanzará sus primeros trabajos en simuladores y hardware real a través de la nube. Presentamos la formulación basada en energía que conecta la mayoría de dispositivos actuales: el modelo de Ising y la formulación QUBO. Con D-Wave, annealers simulados y solvers basados en redes de tensores, mostramos el ciclo completo: formular, enviar, recuperar e interpretar resultados. La parte práctica incluye configuración del acceso, monitorización de trabajos, colas y costes, y comparación con líneas base clásicas.

Temas

- Cómo funciona el acceso en la nube: simuladores, annealers y QPUs de puertas
- El modelo de Ising y los problemas basados en energía
- Problemas QUBO y cómo reformular restricciones de negocio

- Herramientas: D-Wave Ocean SDK, dimod, Neal, pyQUBO
- Annealing simulado en local frente a annealing cuántico en la nube
- Lectura de resultados: muestras, energías, rupturas de cadena y estadística
- Ejercicio práctico: resolver un problema juguete de selección y planificación en simulador y en QPU

Conocimientos básicos: Python básico (funciones, bucles, nociones de NumPy). Conceptos de la sesión 1. No se necesita experiencia previa con SDKs cuánticos. Basta un navegador para los notebooks.

Sesión 3: Optimización en Computación Cuántica

- **Modalidad:** Online en directo con notebooks
- **Duración:** 4 horas (2h teoría + 2h caso práctico)
- **Fecha propuesta:** Lunes 23 nov 2026, 9:30-13:30

Resumen: La optimización es la puerta de entrada industrial más cercana. Esta sesión se centra en traducir problemas de logística, planificación y analítica a formas que los solvers cuánticos e inspirados en cuántica puedan tratar. Trabajamos tipos clásicos: Traveling Salesperson Problem, Knapsack, planificación de turnos, cartera y selección de variables. Los participantes compararán enfoques clásicos, híbridos y puramente cuánticos y aprenderán cuándo ganan los solvers híbridos en la práctica.

Temas

- Del objetivo de negocio a QUBO: penalizaciones, restricciones y codificaciones Librería de problemas: TSP, Knapsack, scheduling, cartera, clustering
- Solvers clásicos frente a híbridos frente a puramente cuánticos
- Solvers híbridos, bifurcación simulada en local y solvers de redes de tensores
- Benchmark práctico: calidad de solución, tiempo y escalado
- Limitaciones de lo puramente cuántico y cómo las mitigan los modelos híbridos
- Caso práctico en grupos pequeños: logística o selección de variables

Conocimientos básicos: Python para manejo de datos, intuición básica de optimización (función objetivo, restricciones). Muy recomendable haber asistido a la sesión 2.

Sesión 4: Quantum Machine Learning - Kernels y Redes Neuronales

- **Modalidad:** Online en directo con notebooks
- **Duración:** 4 horas (2h teoría + 2h práctica, con pausa)
- **Fecha propuesta:** Lunes 30 nov 2026, 9:30-13:30

Resumen: Puede lo cuántico ayudar a aprender desde datos. Esta sesión da una visión pragmática de las dos grandes familias de QML. Primero, métodos de kernels que proyectan los datos en espacios de Hilbert de gran dimensión para mejorar la separabilidad, incluyendo Quantum Support Vector Machines y Clasificadores, con interés demostrado en regímenes de pocos datos como medicina, prospección o finanzas. Segundo, circuitos entrenables y modelos variacionales para la era NISQ, incluyendo Parameterized Quantum Circuits y Quantum Neural Networks, con variantes convolucionales. Combinamos teoría con notebooks usando sobre todo simuladores, con opción de lanzar en hardware real, e incluimos ejemplos de detección de fraude y reducción de dimensionalidad.

Temas

- El reto de la separabilidad y repaso de kernels clásicos
- Kernels cuánticos: tipos, alineamiento y entrenamiento

- Reducción de dimensionalidad antes de la codificación cuántica
- Práctica: detección de fraude con kernels cuánticos
- Circuitos entrenables y algoritmos variacionales para NISQ
- Arquitecturas PQC y QNN, incluyendo ideas de QCNN
- Práctica: entrenar una QNN y comparar con la visión de optimización de la sesión 3
- Expectativas sobre hardware: shots, ruido y cuellos de botella en carga de datos

Conocimientos básicos: Nociones de machine learning (división train/test, métricas de clasificación) y Python básico. Ayuda la intuición de álgebra lineal (vectores, matrices). Recomendadas las sesiones 1 y 2.

Sesión 5: Retos, Limitaciones y Roadmap de Adopción

- **Modalidad:** Online en directo, formato taller
- **Duración:** 1,5 horas
- **Fecha propuesta:** Miércoles 2 dic 2026, 9:30-11:00

Resumen: Cerramos con realismo y planificación. Qué frena hoy a lo cuántico: ruido, número limitado de cúbits y conectividad, carga de datos, sobrecoste de corrección de errores, talento y costes de integración. Aportamos un marco simple para evaluar la competitividad cuántica de un caso de uso y definir un roadmap corporativo basado en seguimiento y capacitación progresiva, no en operacionalizar de forma prematura. El objetivo es salir con una lista corta de ideas viables y próximos pasos que puedan dar ventaja competitiva.

Temas

- Evaluación honesta: ruido, escala y trampas en benchmarks
- Cómo evaluar la competitividad cuántica de tu caso
- Construir frente a aliarse frente a esperar: mapa de capacidades y proveedores
- Roadmap corporativo: habilidades, pilotos, métricas y seguimiento
- Discusión en grupo: qué problemas de los participantes superan el filtro **Conocimientos básicos:** Sin prerequisites técnicos nuevos. Basta haber seguido las sesiones previas para participar. Gestores y perfiles de decisión pueden asistir solo a esta sesión si lo necesitan.

Notas prácticas para la organización

- **Grupo:** 25-35 personas, sala presencial con proyector y wifi, online por videollamada con salas de grupo.
- **Requisito técnico:** solo navegador moderno. Notebooks para las sesiones con código y acceso gratuito a hardware provistos por el claustro.
- **Seguimiento:** hora opcional de tutoría para revisión de código y triaje de casos de uso.