

PROPUESTA DE PROGRAMA, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

BORRADOR

Licenciatura en Sistemas Complejos

Bachelor of Systems and Decision Science

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS · FACULTAD DE INGENIERÍA

Duración: 3.5 años

Cohorte: 30-40 estudiantes

Bloques de 8 semanas

VERSIÓN: AUTORIDADES

Prefacio

Este es un proyecto, un documento en borrador, no un programa aprobado.

Presenta la Licenciatura en Sistemas Complejos, Bachelor of Systems and Decision Science, para su consideración como nueva carrera de grado en la Universidad de Buenos Aires.

Está escrito para tres audiencias simultáneamente. Para las autoridades académicas de la UBA, presenta los fundamentos intelectuales, el modelo pedagógico, el plan de estudios y la estructura operativa del programa con el detalle suficiente para evaluar su rigor y su coherencia. Para los profesores que enseñarían en el programa, presenta la arquitectura disciplinaria y los compromisos pedagógicos. Para los estudiantes que lo habitarían, presenta el argumento, la convicción fundacional a la que el programa responde, y la apuesta que hace sobre lo que el mundo necesita.

El documento es bilingüe: español por defecto, con inglés disponible mediante el selector en la esquina superior derecha. Los nombres de las materias y los términos institucionales clave se mantienen en español.

Si se aprueba, este documento será el registro completo de lo aprobado y por qué. Hasta entonces, es una propuesta en desarrollo activo. Se agradece todo feedback.

Resumen Ejecutivo

| | | |
|--|--------------------------------|--|
| 3,5 AÑOS | 39 MATERIAS | 6 STUDIOS |
| 30–40 ESTUDIANTES POR COHORTE | 8 SEMANAS POR BLOQUE | 0 EXÁMENES FINALES ESCRITOS |

La Licenciatura en Sistemas Complejos, Bachelor of Systems and Decision Science, es una nueva carrera de grado de la Universidad de Buenos Aires, diseñada para formar una generación de constructores capaces de operar en la intersección entre la tecnología, las instituciones y el poder, en un mundo de inteligencia artificial abundante.

El objetivo del programa es la formación, el desarrollo de un tipo de persona, no la transmisión de un cuerpo de contenidos ni la certificación de una habilidad profesional. Específicamente, forma personas que poseen las dos cosas que la IA todavía no puede reemplazar: el juicio bajo incertidumbre genuina y la capacidad de construir legitimidad. Personas que pueden decidir qué construir, no solamente cómo construirlo. Personas que pueden hacerse responsables de resultados que afectan a otros a escala.

El plan de estudios abarca matemática, física, biología, ciencias de la computación, machine learning, economía, teoría de juegos, diseño institucional, economía política, filosofía de la ciencia y análisis cultural. Se completa con seis proyectos

Studio de ambición creciente, que culminan en la creación de una empresa real durante el último Studio. El programa se desarrolla en bloques de ocho semanas, una estructura tomada de la École Polytechnique, con tres materias por bloque y un Studio que corre de manera continua a lo largo de dos bloques consecutivos.

El programa admite entre 30 y 40 estudiantes por cohorte mediante un proceso de selección competitivo en tres etapas. No hay exámenes finales escritos. Toda la evaluación primaria es presencial y en tiempo real: examen escrito, defensa oral, programación en vivo o defensa pública, según la materia. El uso de herramientas de IA es obligatorio en todo el programa.

El mundo tiene suficientes personas que saben escribir un prompt. Lo que necesita son personas capaces de decidir qué construir, por qué importa y cómo hacer que perdure.

Una referencia histórica útil es el PPE de Oxford, Philosophy, Politics and Economics, una carrera diseñada para formar personas capaces de razonar entre instituciones, política pública y vida pública. La analogía no es de equivalencia curricular sino de ambición institucional: este programa pregunta qué exigiría hoy una formación integradora semejante, en un mundo definido por la IA, los sistemas técnicos complejos y la fragilidad institucional. Su respuesta combina filosofía, economía y juicio político con matemática, física, ciencias de la computación, machine learning y una orientación sostenida a construir.

Fue diseñado estudiando programas de referencia, MIT, Stanford, Caltech, École Polytechnique, Oxford, Cambridge, Harvard, Carnegie Mellon, el Santa Fe Institute, y preguntando qué elementos de esas tradiciones podían combinarse en una formación coherente para este momento. La respuesta se convirtió en el plan de estudios.

Contexto y Motivación

1.1 El momento

Estamos atravesando una transición comparable en alcance a la Revolución Industrial. La inteligencia artificial no es una nueva herramienta dentro de un paisaje estable. Es una fuerza que está reorganizando qué tipos de trabajo son posibles, qué tipos de organizaciones son viables, qué tipos de conocimiento son escasos y qué tipos de personas se necesitan para navegar la transición.

La consecuencia más visible es la automatización del trabajo cognitivo. Tareas que requerían años de entrenamiento, escritura, programación, investigación legal, análisis financiero, diagnóstico médico, están siendo realizadas por sistemas de IA a una fracción del costo y del tiempo. Esto no es una predicción a futuro. Está ocurriendo ahora, y la tasa de cambio se está acelerando.

La consecuencia menos visible es más importante: la automatización del trabajo cognitivo eleva el valor de aquello que no se puede automatizar. El juicio. La legitimidad. La responsabilidad. La capacidad de decidir qué construir, no solo cómo construirlo. La capacidad de operar dentro de instituciones, con sus políticas, sus culturas, sus historias, sus intereses en pugna, y hacer que las cosas sucedan a pesar de ellas. La capacidad de hacerse cargo cuando los sistemas fallan y otras personas pagan el costo.

Estas capacidades no son el foco principal de la educación universitaria tradicional. Requieren un tipo distinto de formación, una que combine rigor disciplinario, integración entre dominios y práctica sostenida bajo restricciones reales.

1.2 Los límites de las disciplinas tradicionales

La universidad moderna está organizada en torno a disciplinas que fueron diseñadas para un mundo distinto. Cada una hace su trabajo con excelencia: las ciencias de la computación forman personas que construyen software de gran sofisticación; la economía forma personas que modelan mercados con rigor; las ciencias políticas forman personas que analizan el poder con profundidad; las escuelas de negocios forman personas que gestionan organizaciones existentes con eficacia. Esa profundidad disciplinaria es un logro real, y este programa la respeta y se apoya en ella.

Lo que una disciplina por sí sola difícilmente puede producir es la fluidez transversal entre todas ellas, la capacidad de moverse entre la tecnología, la economía, el derecho, la cultura y las instituciones, donde viven muchos de los problemas más complejos. Programas de referencia como ciencias de la computación en MIT, el PPE de Oxford o economía en Harvard muestran la fuerza de la profundidad disciplinaria. La integración disciplinaria es una tarea distinta y complementaria, que requiere su propia arquitectura curricular.

El resultado es una brecha sistemática entre la complejidad de los problemas que es necesario resolver y la formación de las personas que se supone que deben resolverlos. Reguladores que no entienden la tecnología que regulan. Tecnólogos que no entienden las instituciones que su tecnología disrumpe. Economistas que no entienden las restricciones culturales y políticas sobre las políticas que recomiendan. Líderes que no entienden los sistemas de los que son responsables.

1.3 La brecha

Esta brecha no es nueva. Pero la IA la está volviendo catastróficamente más visible. A medida que los sistemas de IA se vuelven más capaces, las personas que los dirigen necesitan ser más capaces, no menos. El riesgo no es que la IA reemplace al juicio humano. El riesgo es que el juicio humano se atrofie justo en el momento en que más importa.

La brecha tiene una forma específica. De un lado: una oferta sin precedentes de capacidad técnica, poder analítico y procesamiento de información. Del otro lado: una escasez de personas capaces de decidir qué hacer con todo eso, de fijar objetivos, de moverse dentro de las restricciones institucionales, de ganarse la confianza de las personas afectadas y de hacerse responsables de los resultados.

Cerrar esa brecha es el propósito de este programa.

1.4 Por qué Argentina y por qué la UBA

Argentina no es un lugar obvio para lanzar un programa de esta ambición. Es, sin embargo, un lugar necesario.

América Latina está sistemáticamente subrepresentada en la conversación global sobre inteligencia artificial, diseño institucional y futuro de la tecnología. Los marcos que se están desarrollando para gobernar la IA, para regular las plataformas, para diseñar las instituciones del mundo post-IA, se están desarrollando principalmente en Estados Unidos, Europa y China. América Latina está en gran medida ausente del proceso de diseño y en gran medida heredará los resultados.

Esto no es inevitable. Argentina tiene una de las poblaciones más educadas de América Latina, una sólida tradición de matemática y ciencia a nivel universitario, una cultura de seriedad intelectual y una generación de jóvenes tan conectada a las corrientes tecnológicas e intelectuales globales como cualquier otra en el mundo.

La Universidad de Buenos Aires es la sede natural para este programa. La UBA es la universidad más grande y más prestigiosa de Argentina, con una tradición de rigor académico e independencia intelectual que es rara en la región. Ha producido premios Nobel, ganadores de la Medalla Fields y generaciones de científicos, abogados, médicos y economistas que han dado forma a la vida pública argentina.

Lo que la UBA no ha producido, y lo que Argentina necesita, es una generación de personas capaces de construir las instituciones, las empresas y los sistemas que el mundo post-IA requiere. La Licenciatura en Sistemas Complejos está diseñada

para producir esa generación.

1.4.1 Por qué la UBA debería alojar este programa

La elección de la UBA como sede no es accidental ni protocolar. Argentina cuenta con varias universidades de calidad, y este programa podría imaginarse en más de una. Sin embargo, la combinación que la UBA ofrece, escala, tradición de rigor, independencia intelectual, gratuidad y prestigio regional, no se replica fácilmente en otra institución del país.

La UBA es heredera de la tradición científica que produjo a Bernardo Houssay, Luis Federico Leloir y César Milstein, tres premios Nobel formados en sus aulas, en disciplinas distintas, a lo largo de tres generaciones. Esa tradición no es solo un dato histórico: es una manera de trabajar, una expectativa de seriedad, una insistencia en que la formación universitaria sea una formación en el oficio de pensar con cuidado. La fundación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, la creación de la Carrera de Sociología, y más recientemente la Licenciatura en Ciencia de Datos, muestran que la UBA es capaz de generar disciplinas nuevas cuando las condiciones intelectuales lo exigen. Este programa se ubica en esa misma línea.

A esto se suma una característica que es decisiva: la UBA es una universidad pública y gratuita. Esto significa que el programa puede admitir a las personas más capaces sin filtrarlas por el ingreso familiar. La selección que el programa requiere es pedagógica, la cohorte es pequeña porque la formación que ofrece exige cercanía con docentes y mentores, pero no es económica. En un programa diseñado para formar personas que sirvan al interés público, esto no es un detalle administrativo: es una condición de posibilidad. Una formación de líderes que se filtre por la riqueza de las familias produce líderes filtrados por la riqueza de las familias. La UBA permite, en cambio, que el programa busque talento donde el talento esté.

1.4.2 Por qué Ciencias Económicas y por qué Ingeniería

El programa se aloja conjuntamente en la Facultad de Ciencias Económicas y en la Facultad de Ingeniería. Esta arquitectura no es un compromiso administrativo: es la columna vertebral del programa. Su núcleo intelectual descansa sobre la integración entre el rigor matemático y computacional, la tradición de Ingeniería, y el razonamiento económico, político e institucional, la tradición de Ciencias Económicas. Ninguna de las dos facultades, por sí sola, abarca el rango disciplinario que el programa requiere; juntas lo cubren con naturalidad.

Este tipo de iniciativa, sostenida por dos facultades de gran tamaño, cada una con su propia tradición y su propio cuerpo docente, es precisamente lo que una universidad pública grande puede ofrecer y lo que las instituciones privadas, generalmente organizadas en torno a una sola facultad o a un solo perfil disciplinario, difícilmente pueden montar. La UBA tiene una historia rica de colaboración entre facultades, desde las cátedras paralelas hasta los institutos interfacultativos contemporáneos. El programa se inscribe en esa práctica institucional.

El doble alojamiento, además, le da al programa una credibilidad doble. Una formación de este tipo necesita ser tomada en serio tanto por la tradición de la ingeniería y las ciencias exactas como por la tradición del análisis económico y de las políticas públicas. Si el programa fuera solamente una iniciativa de Ingeniería, sus graduados serían leídos como tecnólogos con interés en las instituciones; si fuera solamente una iniciativa de Ciencias Económicas, serían leídos como economistas con interés en la tecnología. El programa requiere ambas lecturas a la vez, y por eso requiere ambos hogares a la vez.

1.4.3 El problema argentino y latinoamericano que este programa atiende

Argentina ha producido históricamente científicos y técnicos individuales de primer nivel. Lo que ha sido más difícil, y este es un dato estructural, no una crítica a ningún período de gobierno en particular, es traducir esa capacidad individual en instituciones técnicas y científicas duraderas, que sobrevivan a sus

fundadores y que se acumulen en el tiempo. El país tiene la materia prima humana; lo que con frecuencia falta es la arquitectura institucional que esa materia prima necesita para volverse capacidad colectiva.

La transición post-IA va a ser más severa en los países que importan los marcos en lugar de diseñarlos. La gobernanza de la IA, la infraestructura de datos, los regímenes regulatorios y los estándares técnicos se están escribiendo en pocos lugares del mundo, y América Latina, en gran medida, los recibe ya escritos. La consecuencia es previsible: las decisiones que más afectarán a la región se toman en otros idiomas, en otras instituciones, con otras prioridades. Este programa es, explícitamente, un paso hacia formar a las personas capaces de diseñar esos marcos localmente, no como un acto de soberanía retórica, sino como una capacidad técnica concreta.

Argentina enfrenta, además, un conjunto específico de desafíos institucionales, inestabilidad monetaria, recambio regulatorio, brechas en la adopción tecnológica entre sectores y entre regiones, que requieren personas que entiendan simultáneamente los sistemas técnicos y el diseño institucional. Este perfil es, exactamente, el perfil que el programa busca formar. Y existe una razón adicional, dolorosa pero pertinente: una proporción importante de los graduados argentinos en ingeniería y ciencias de la computación emigra. Construir un programa que aumente la palanca local, el conjunto de oportunidades, redes y proyectos que vuelven valioso quedarse y construir aquí, es, también, una contribución modesta a ese problema.

1.4.4 La misión de la universidad pública

La misión fundacional de la UBA, educación gratuita, de alta calidad, accesible, al servicio del desarrollo nacional, no es un slogan: es la condición que vuelve posible este programa. Una formación que aspira a producir personas capaces de servir al interés público se justifica como inversión pública, no como producto privado. Por eso la admisión es independiente del ingreso familiar; por eso el tamaño

reducido de la cohorte responde a una decisión pedagógica, no a un mecanismo de racionamiento por precio; por eso la propuesta es honesta cuando se presenta ante una universidad pública.

Los productos del programa están alineados con esa misión de manera directa. Sus graduados están pensados para incorporarse al servicio público, al diseño institucional, al liderazgo técnico en empresas argentinas, a la investigación y a la fundación de organizaciones que el país necesita. El conocimiento producido a lo largo de la carrera, los diseños institucionales, los prototipos de servicios públicos y los resultados de investigación que se generan en los Studios y en los proyectos integradores, es un bien público y queda disponible como tal.

En última instancia, la capacidad de los graduados de construir instituciones argentinas duraderas es, ella misma, una contribución a la cosa pública. Una universidad pública que forma personas capaces de fortalecer al país desde adentro está cumpliendo su misión de la manera más fundamental posible. Este programa, en su diseño y en sus aspiraciones, se entiende como una expresión contemporánea de esa vocación histórica de la UBA.

1.5 Por qué ahora

Toda transición tecnológica abre una ventana de oportunidad para nuevas instituciones. Las personas y organizaciones que dan forma a la transición, que definen sus normas, construyen su infraestructura, diseñan su gobernanza, se forman desproporcionadamente en los primeros años de la transición, no después de que se haya estabilizado.

Estamos en esa ventana ahora. Las instituciones, empresas y normas que gobernarán la IA se están construyendo en los próximos cinco a diez años. Las personas que las están construyendo se están formando hoy. Un programa que comience a admitir estudiantes en este momento producirá sus primeros graduados en tres años y medio, precisamente cuando la transición esté en su momento más crítico y más abierto a la influencia.

Este no es un programa para el mundo que existe. Es un programa para el mundo que se está construyendo.

El contexto intelectual contemporáneo

2.1 La conversación a la que este programa se incorpora

Las preguntas que aborda este programa, cómo formar personas capaces de gobernar sistemas complejos, qué necesitan las instituciones para sobrevivir a las transiciones tecnológicas, qué queda irreductiblemente humano cuando la inteligencia es abundante, no son solamente preguntas académicas. Se están debatiendo en este momento en las publicaciones más serias que operan en la intersección entre las ideas y el poder.

Este programa es una contribución a esa conversación. No mediante el análisis sino mediante la formación. El listado completo de las publicaciones que constituyen ese contexto intelectual, *Foreign Affairs*, *Palladium*, *Le Grand Continent*, *Noema*, *American Affairs*, *421*, se incluye en el **Apéndice D**, junto con una breve descripción de su relevancia para el programa.

2.2 Lo que aporta este programa

Estas publicaciones describen, analizan y argumentan. Producen conocimiento sobre los problemas del mundo post-IA. Lo que no producen son personas. La contribución de este programa a la conversación no es otro análisis sobre lo que requiere formar capacidad estratégica ni otro argumento sobre por qué importa la capacidad institucional. Su contribución son los graduados mismos, personas formadas para ejercer el juicio, construir la legitimidad y asumir la responsabilidad que el momento exige.

El argumento fundacional

3.1 El objetivo del programa

El objetivo de la Licenciatura en Sistemas Complejos opera en tres niveles.

El objetivo inmediato es formar personas capaces de construir sistemas, técnicos, institucionales, económicos, que sobrevivan al contacto con la realidad en un mundo donde la inteligencia artificial es abundante y barata.

El objetivo más profundo es producir personas que posean las dos cosas que la IA todavía no puede reemplazar: el juicio bajo incertidumbre genuina y la capacidad de construir legitimidad. Personas que pueden decidir qué construir, no solo cómo construirlo. Personas que pueden hacerse responsables de resultados que afectan a otros.

El objetivo estratégico es comenzar a formar la capacidad que el país necesita para participar en, y dar forma a, las instituciones, empresas y marcos de gobernanza del mundo post-IA. No heredar los marcos diseñados en otros lugares sino contribuir a su diseño desde la Argentina.

En una sola oración: formar constructores con el rigor matemático, la alfabetización científica, la profundidad computacional, la comprensión institucional y la base filosófica para crear sistemas que importen, y con el juicio y la legitimidad necesarios para que se les pueda confiar la tarea.

3.2 Lo que la IA cambia

La inteligencia artificial cambia la economía del conocimiento. Tareas que requerían un ser humano con años de entrenamiento ahora pueden ser realizadas por un sistema entrenado sobre vastas cantidades de datos. Las olas previas de

automatización, mecánica, eléctrica, digital, automatizaron el trabajo físico y el trabajo cognitivo rutinario. La IA automatiza el trabajo cognitivo no rutinario: el tipo de trabajo que antes requería juicio, expertise y flexibilidad.

Las consecuencias para la educación son directas. Si la IA puede escribir código, ¿qué debería enseñar una formación en ciencias de la computación? Si la IA puede analizar documentos legales, ¿qué debería enseñar una facultad de derecho? Si la IA puede generar planes de negocio, ¿qué debería enseñar una escuela de negocios? Estas preguntas no tienen respuestas fáciles. Pero tienen una implicación común: el valor de la educación no puede residir principalmente en la transmisión de contenidos ni en el desarrollo de habilidades rutinarias. Tiene que residir en el desarrollo de capacidades que la IA todavía no tiene y que tal vez no tenga durante mucho tiempo.

3.3 Lo que la IA no cambia

Tres cosas siguen siendo irreductiblemente humanas incluso a medida que la IA se vuelve más capaz.

El juicio bajo incertidumbre genuina. Los sistemas de IA optimizan respecto de objetivos especificados. Son extraordinariamente buenos en eso. Lo que no pueden hacer, todavía, es decidir cuál debería ser el objetivo cuando los objetivos están en conflicto, cuando las consecuencias son irreversibles, cuando la información es genuinamente incompleta y cuando la vida de otras personas está afectada por el resultado. Eso es juicio. Requiere no solo inteligencia sino sabiduría, experiencia y una capacidad de razonamiento moral que los sistemas de IA actuales no poseen.

La legitimidad. Las instituciones, organizaciones y sistemas requieren la confianza y la cooperación de las personas que gobiernan. Esa confianza no se otorga automáticamente, se gana a través de la calidad de las relaciones, la consistencia de la conducta, la equidad de los procesos y la credibilidad de las personas involucradas. Un sistema de IA puede optimizar un mecanismo de

gobernanza. No puede, por sí mismo, hacer que ese mecanismo sea legítimo. La legitimidad es un logro humano, construido a través de la cultura, la historia y la calidad de las relaciones humanas.

La responsabilidad. Cuando los sistemas fallan y otras personas pagan el costo, alguien tiene que rendir cuentas. La rendición de cuentas requiere ser humano a los que se pueda hacer responsables, que puedan explicar sus decisiones, asumir las consecuencias y reparar los daños. A los sistemas de IA no se los puede hacer responsables en el sentido moralmente relevante. A medida que los sistemas de IA se vuelven más capaces y más consecuentes, los humanos que los dirigen tienen que volverse más capaces de cargar con la responsabilidad, no menos.

3.4 El imperativo de la formación

Estas tres capacidades, juicio, legitimidad y responsabilidad, no se pueden enseñar en el sentido convencional. No se pueden transmitir mediante clases magistrales ni evaluar mediante exámenes escritos. Se forman a través de la práctica, la presión y la rendición de cuentas. A través de construir cosas y ver cómo fallan. A través de defender decisiones bajo cuestionamiento adversarial. A través de trabajar en equipos donde la coordinación es difícil y lo que está en juego es real. A través de ser responsables de resultados que afectan a otras personas.

Esta intuición es la base del modelo pedagógico del programa. El programa no enseña principalmente. Forma. La diferencia no es semántica. Enseñar transmite contenidos. Formar desarrolla carácter, juicio y capacidad. El sistema de Studios, seis proyectos de ambición creciente, cada uno con consecuencias reales y rendición de cuentas pública, es el mecanismo a través del cual ocurre la formación.

Las materias no son secundarias. El rigor matemático, la intuición física, la profundidad computacional, el razonamiento económico, la claridad filosófica, son condiciones necesarias para el buen juicio. Una persona que no puede razonar formalmente no puede evaluar los supuestos de un modelo. Una persona que no entiende física no puede razonar sobre las restricciones físicas de un sistema. Una

persona que no ha pensado seriamente sobre epistemología no puede entender los límites de lo que sabe. Las materias construyen la base intelectual. Los Studios construyen el juicio sobre esa base.

3.5 La formación para la responsabilidad pública

Este programa está diseñado como una formación pública de élite para responsabilidades de alto impacto. Esa expresión requiere precisión.

Élite, en este contexto, no significa estatus privado, privilegio social ni superioridad personal frente a quienes egresan de otras carreras. Significa una formación selectiva, rigurosa y pública para una capacidad específica: cargar con el peso de decisiones que afectan a muchas personas. Toda sociedad compleja necesita personas con esa capacidad, personas que puedan participar en el diseño de sus instituciones, en la conducción de sus organizaciones, en la construcción de su infraestructura y en la navegación de las crisis que ninguna institución anticipa por completo. Esa capacidad no se produce automáticamente. Se forma, a través de la educación, la experiencia y la presión sostenida de altas expectativas.

Formar líderes técnicos e institucionales es una de las funciones más antiguas de las universidades públicas y privadas. El PPE de Oxford, las grandes écoles francesas, las grandes universidades estadounidenses de investigación, todas fueron diseñadas, en parte, para producir personas capaces de sostener decisiones de alto impacto en sociedades complejas. Lo que ninguna de ellas fue diseñada para producir, y lo que el mundo post-IA necesita, son personas que combinen profundidad técnica con alfabetización institucional, rigor científico con comprensión cultural, y capacidad de construir con capacidad de deliberar y rendir cuentas. Este programa no compite con las carreras existentes en la UBA: cubre un espacio que ninguna disciplina por sí sola atiende.

El programa admite una cohorte pequeña, entre treinta y cuarenta estudiantes, mediante un proceso de selección competitivo. Eso es un hecho sobre la estructura pedagógica: una formación pública de élite, basada en Studios con rendición de cuentas pública, exige cercanía, intensidad y un entorno de cohorte chica. No es

una afirmación sobre el valor relativo de sus estudiantes frente a los de otras carreras. Sus graduados no se convertirán todos en funcionarios ni en directores de empresa. Algunas personas construirán empresas, otras diseñarán instituciones, otras harán investigación, otras trabajarán en la gestión pública, otras aportarán al fortalecimiento de las instituciones argentinas desde lugares que hoy todavía no existen. Todas estarán preparadas para hacerse responsables de sistemas que afectan a muchas personas.

Identidad y posicionamiento del programa

4.1 Qué es este programa

La Licenciatura en Sistemas Complejos es una carrera para constructores. No constructores en el sentido estrecho de ingenieros de software o product managers, constructores en el sentido pleno de personas que toman un problema que existe en el mundo y lo convierten en un sistema que lo resuelve. El sistema puede ser una empresa, una institución, una pieza de software, una política pública, una organización o alguna combinación de todo eso. Lo que importa es que funcione, que sobreviva al contacto con la realidad, que se gane la confianza de las personas a las que sirve y que alguien se haga responsable.

El programa entrena constructores integrando cuatro dimensiones que rara vez aparecen juntas en una carrera de grado: rigor matemático y científico, profundidad computacional, alfabetización institucional y base filosófica. No se trata de cuatro tracks separados. Son cuatro dimensiones de una formación única. Un graduado que las trabaja en conjunto queda preparado para abordar problemas que no entran cómodamente en una sola disciplina.

4.2 Qué no es este programa

No es una carrera de ciencias de la computación. Las carreras de ciencias de la computación producen excelentes programadores e investigadores. No producen personas que entiendan las dimensiones institucionales, culturales y políticas de los sistemas que construyen. Un graduado en ciencias de la computación puede escribir el código de una plataforma que disrumpe una industria. Rara vez está

equipado para entender el entorno regulatorio que va a enfrentar, las normas culturales que va a violar, las resistencias institucionales con las que va a chocar o la responsabilidad que carga por las consecuencias.

No es una carrera de economía. Las carreras de economía producen personas que pueden modelar mercados y analizar políticas. No producen personas que puedan construir cosas. La distancia entre el análisis económico y la práctica institucional es enorme, y la mayor parte de los graduados en economía nunca la cruzan.

No es una carrera de ciencias políticas. Las carreras de ciencias políticas producen analistas y, a veces, practicantes de la política. No producen personas con la profundidad técnica para entender los sistemas, computacionales, financieros, biológicos, que la gobernanza moderna debe regular y administrar.

No es una escuela de negocios. Las escuelas de negocios forman administradores de organizaciones existentes. Este programa apunta a otra tarea: preparar personas que puedan crear instituciones, productos y sistemas nuevos, razonar sobre los fundamentos dentro de los cuales operan y hacerse responsables por resultados que afectan a muchas personas.

Es algo nuevo: una carrera que aprende de esas tradiciones, adapta sus mecanismos útiles y las integra en una formación coherente para el mundo post-IA.

4.3 La comparación con el PPE

Una referencia histórica útil para lo que este programa intenta es el PPE de Oxford, Philosophy, Politics and Economics. El PPE fue creado en 1920 como una formación interdisciplinaria para personas que iban a actuar en la política, la administración pública, la diplomacia, el periodismo y la vida intelectual. Su influencia posterior muestra la fuerza de una idea simple: algunas responsabilidades públicas e institucionales requieren una educación que cruce disciplinas desde el inicio.

La intuición del PPE fue que gobernar sociedades complejas requiere fluidez entre disciplinas, que una persona que entiende solo política sin economía, o solo economía sin filosofía, está sistemáticamente mal equipada para las decisiones que va a enfrentar. La integración de tres disciplinas en una sola formación coherente fue el gran aporte del PPE.

Este programa toma esa intuición para un momento distinto. El mundo post-IA exige fluidez no solo entre las humanidades y las ciencias sociales, sino también entre sistemas técnicos, ciencia, economía e instituciones. También exige una orientación práctica más explícita: la capacidad de construir y sostener sistemas, no solamente de analizarlos.

Conviene precisar el alcance de la comparación. Lo que este programa toma del PPE es la **ambición integradora**: la convicción de que algunas responsabilidades requieren formación que cruce disciplinas desde el inicio, no especialización temprana. Lo que este programa **no** toma del PPE es su mecanismo pedagógico. El PPE funciona a través del sistema de tutorías de Oxford, encuentros semanales uno a uno donde el estudiante defiende un ensayo ante un tutor, una práctica que produce madurez analítica por acumulación a lo largo de tres años. Este programa adopta un mecanismo distinto, los Studios y las defensas públicas, ajustado a un contexto institucional distinto y a un mundo donde construir importa tanto como argumentar. La comparación es de ambición, no de mecanismo.

Si el PPE fue una respuesta del siglo XX a la formación de juicio público, este programa pregunta qué exigiría una respuesta análoga en el siglo XXI.

4.4 La orientación constructora

La orientación constructora del programa no es una preferencia ni una elección estilística. Es un compromiso pedagógico y filosófico fundado en una visión específica de para qué sirve el conocimiento.

El conocimiento que no se puede aplicar a la construcción de algo real está incompleto. No equivocado, incompleto. La prueba de que se entiende un sistema no es si se puede describir sino si se puede construir uno, arreglar uno o identificar con precisión por qué está fallando. Esta es la intuición detrás del sistema de Studios, detrás de la exigencia de que toda evaluación tome la forma de una defensa de algo funcional, y detrás de la insistencia del programa en que las herramientas de IA se usen agresivamente en lugar de evitarse.

En un mundo donde la IA puede generar descripciones y análisis de sofisticación casi ilimitada, la capacidad de describir y analizar ya no es evidencia suficiente de comprensión. La capacidad de construir, de tomar decisiones sobre qué construir, de hacerse responsable del resultado y de aprender del fracaso, es lo que distingue a una persona que entiende genuinamente de una persona que apenas lo aparenta.

4.5 El nombre

La carrera se llama **Licenciatura en Sistemas Complejos** en español y **Bachelor of Systems and Decision Science** en inglés. La diferencia es deliberada.

"Sistemas Complejos" hace una afirmación sobre el mundo, que lo que importa hoy son los sistemas que resisten la optimización simple, que se comportan de manera distinta a escala que como sugieren sus partes, que fallan de maneras que nadie predijo. El nombre es una apuesta sobre qué tipo de pensamiento van a exigir las próximas décadas.

En inglés la traducción no es literal. "Complex systems" en la tradición académica anglófona carga una connotación técnica específica, teoría del caos, dinámica no lineal, el Santa Fe Institute en su registro más matemático. Eso es parte de lo que hace este programa pero no es todo. "Systems and Decision Science" comunica el alcance completo: construir sistemas, tomar decisiones y entender las estructuras, técnicas, económicas, institucionales, culturales, dentro de las cuales ambas cosas ocurren.

Los dos nombres apuntan al mismo programa desde ángulos distintos. Ninguno es la versión de marketing. Ambos son verdaderos.

Referencias académicas e inspiración

5.1 El proceso de diseño

Este programa no se diseñó partiendo de una hoja en blanco. Se diseñó estudiando programas de grado y posgrado de referencia y haciéndose tres preguntas sobre cada uno: ¿qué hace especialmente bien este programa? ¿Qué deja fuera por diseño? ¿Qué podría aprenderse de él al construir una formación distinta?

El resultado es un programa que vive en el espacio entre sus referencias: toma del PPE la integración entre filosofía, política y economía; de las ingenierías y ciencias de la computación, el rigor técnico; de MS&E, la atención a sistemas tecnológicos, económicos y sociales; de Caltech y Polytechnique, la exigencia científica; y de los modelos de studio y capstone, la orientación a construir bajo restricciones reales.

5.2 Inspiración estructural

École Polytechnique, Cycle Ingénieur

Una referencia estructural central es el Cycle Ingénieur de la École Polytechnique. El tronc commun de Polytechnique funciona en bloques intensivos más cortos que los semestres tradicionales, con menos materias cursadas en simultáneo pero más materias completadas en total. Este programa adapta esa lógica de concentración a una estructura de bloques de ocho semanas. Cada bloque es una unidad intelectual completa. Los estudiantes cursan tres materias por bloque con el proyecto de Studio corriendo como un hilo continuo a lo largo de dos bloques consecutivos.

Colorado College, The Block Plan

El Block Plan de Colorado College ofrece otra referencia para el principio del bloque intensivo a nivel de grado. Los estudiantes cursan una materia por vez durante 3,5 semanas, dedicando atención completa a un solo tema antes de pasar al siguiente. Este programa adapta el principio sin copiar el formato: los estudiantes cursan tres materias por bloque en lugar de una, pero la idea pedagógica compartida es que la concentración permite mayor profundidad de trabajo.

Programas de MBA, Harvard, INSEAD, London Business School

Programas profesionales como Harvard Business School, INSEAD y London Business School utilizan desde hace tiempo módulos de siete a ocho semanas en lugar de semestres tradicionales. Esta estructura permite la inmersión intensiva en un tema seguida de un corte limpio antes del siguiente. Para este programa, esos modelos sirven como evidencia institucional de que una organización modular puede sostener intensidad sin depender del calendario semestral clásico.

5.3 Inspiración disciplinaria

Oxford PPE, Philosophy, Politics and Economics

Como se discutió en la Sección 4, el PPE es una referencia histórica importante para la formación interdisciplinaria a nivel de grado. Este programa toma su intuición central, que gobernar sociedades complejas requiere fluidez entre disciplinas, y la reformula para un entorno donde los sistemas técnicos, la IA y el diseño institucional son inseparables. La comparación no busca copiar al PPE ni superarlo, sino aclarar el tipo de integración que este programa intenta construir.

Stanford MS&E, Management Science and Engineering

MS&E es uno de los antecedentes disciplinarios más cercanos a este programa en cuanto a contenidos. Su misión declarada es avanzar el diseño, la gestión, la operación y la interacción de sistemas tecnológicos, económicos y sociales. Su plan

de estudios combina optimización, probabilidad, estadística, teoría organizacional, economía, ética y ciencias de la computación, todo dentro de una facultad de ingeniería. Este programa aprende de esa combinación y la adapta a otro propósito: una carrera de grado con mayor énfasis en IA, diseño institucional, fundamentos filosóficos y proyectos Studio como estructura formativa central.

MIT 6-4, Artificial Intelligence and Decision Making

El programa 6-4 del MIT ofrece una referencia para articular inteligencia artificial y teoría de la decisión dentro de una formación matemáticamente rigurosa y orientada a sistemas reales. Este programa toma esa cercanía entre IA, estadística, optimización y decisión como una de las bases de su columna matemática y computacional.

MIT 6-14, Computer Science, Economics, and Data Science

El programa 6-14 del MIT es una referencia para combinar ciencias de la computación y economía a través de la teoría de juegos, el diseño de mecanismos, la optimización y el razonamiento estadístico. Este programa adapta esa conexión en una secuencia que va de microeconomía a teoría de juegos y diseño de mecanismos hasta diseño institucional.

Stanford Symbolic Systems Program

El programa SymSys de Stanford es una referencia para estudiar computación, lógica, filosofía, psicología y lingüística como facetas de un problema común: la naturaleza de la mente y la inteligencia. Las materias de razonamiento formal, epistemología y filosofía de la IA de este programa adaptan esa sensibilidad a una formación más orientada a sistemas y decisiones.

Caltech, Core Curriculum e IDS

La insistencia de Caltech en bases matemáticas y científicas profundas para todos los estudiantes, independientemente de la especialización, informa los requisitos de física, biología, matemática y probabilidad de este programa. La diferencia es de propósito: aquí esas bases se ponen al servicio de una formación generalista orientada a construir y gobernar sistemas.

Santa Fe Institute, Ciencia de la Complejidad

El Santa Fe Institute es una referencia central para complejidad, emergencia, redes y sistemas adaptativos, y para la idea de que ciertos patrones aparecen a través de dominios que las disciplinas tradicionales tratan como separados. La materia de Sistemas Complejos del programa, y la convicción más amplia de que los graduados deben reconocer patrones de complejidad entre dominios, se apoyan en ese aporte intelectual.

UCL Integrated Engineering Programme

El IEP de UCL ofrece una referencia para el aprendizaje basado en proyectos, interdisciplinario y centrado en equipos como unidad primaria de formación. El sistema de Studios de este programa adapta esa idea: el trabajo sostenido por proyecto no aparece como complemento, sino como parte estructural de la educación.

Minerva University

Minerva es una referencia para tratar los marcos de pensamiento crítico, las herramientas de toma de decisiones y la aplicación interdisciplinaria como parte explícita del plan de estudios, no como subproducto esperado de las materias tradicionales. Este programa adapta esa idea mediante requisitos centrales en razonamiento formal, teoría de la decisión y epistemología.

5.4 Tabla de referencias

| Institución | Programa | Aporte principal a este diseño |
|-------------------------|--------------------|---|
| École Polytechnique | Cycle Ingénieur | Estructura de bloques de 8 semanas, tronc commun, cohorte, intensidad |
| Colorado College | Block Plan | Pedagogía de bloque intensivo, profundidad sobre amplitud |
| Oxford | PPE | Formación interdisciplinaria de líderes, precedente histórico |
| Stanford | MS&E | Tecnología + economía + instituciones como disciplina unificada |
| MIT | 6-4, 6-14 | IA + teoría de la decisión; CS + economía como disciplinas unificadas |
| Stanford | Symbolic Systems | Integración de computación + filosofía + ciencia cognitiva |
| Caltech | Core + IDS | Bases matemáticas y científicas para todos los estudiantes |
| Santa Fe Institute | Complexity Science | Complejidad como disciplina unificada entre dominios |
| UCL | IEP | Formación basada en proyectos, Studios como centro estructural |
| Minerva | Programa completo | Plan de estudios explícito de pensamiento, marcos de decisión como núcleo |
| Harvard Business School | MBA | Método de casos, decisiones reales, estructura modular de 8 semanas |
| INSEAD / LBS | MBA | Validación del módulo intensivo de 8 semanas |

Modelo pedagógico

6.1 Formación, no enseñanza

El compromiso pedagógico central de este programa es la distinción entre formación y enseñanza. Enseñar transmite contenidos. Formar desarrolla juicio, carácter y capacidad. Ambas son necesarias. Ninguna alcanza por sí sola.

La educación universitaria tradicional está optimizada para enseñar. Las clases magistrales, las guías de problemas, los exámenes escritos, son mecanismos eficientes para transmitir contenidos y verificar que se hayan retenido. No son mecanismos efectivos para desarrollar la capacidad de tomar buenas decisiones bajo incertidumbre, de construir cosas que funcionen, de liderar equipos bajo presión o de hacerse responsable de resultados que afectan a otras personas.

Este programa está optimizado para la formación. Las materias son necesarias pero no suficientes. Los Studios son centrales. Las defensas orales son centrales. Las revisiones adversariales son centrales. La exigencia de construir sistemas funcionales y defenderlos públicamente es central. Estos son los mecanismos a través de los cuales se desarrolla el juicio, no porque a alguien le digan cómo es el buen juicio, sino ejercitándolo bajo condiciones donde las consecuencias son reales y la rendición de cuentas es ineludible.

6.2 El sistema de bloques

El sistema de bloques de ocho semanas es la expresión estructural de la filosofía de formación. Al concentrar la atención en menos materias durante períodos más cortos e intensivos, el sistema de bloques crea las condiciones para el tipo de involucramiento profundo que la formación requiere.

En un sistema semestral tradicional, un estudiante que cursa cinco materias en simultáneo tiene que dividir su atención en cinco partes durante dieciséis semanas. El resultado es amplitud sin profundidad. El sistema de bloques invierte esto: tres materias durante ocho semanas, con el Studio corriendo en continuo a lo largo de dos bloques. La carga se inspira en programas intensivos como MIT o Polytechnique, pero el énfasis está en la concentración y la rendición de cuentas por bloque.

Una semana típica combina tres materias, dos sesiones largas de Studio, una revisión semanal de avance, horas de laboratorio o construcción y una bitácora de decisiones donde cada equipo registra supuestos, uso de IA, pruebas realizadas, fallas encontradas y próximos compromisos. Al cierre de cada bloque se entrega un cuerpo de trabajo defendible; al cierre del doble bloque, el Studio se defiende ante un panel.

La carga concreta, en horas, se ordena del siguiente modo. Cada materia ocupa entre catorce y veinte horas semanales según su carácter, técnico o humanístico, repartidas entre clase, laboratorio o discusión y trabajo independiente. Cada Studio ocupa entre catorce y dieciséis horas semanales a lo largo de dieciséis semanas. Tres materias en simultáneo más el Studio activo suman aproximadamente setenta horas semanales, en línea con la intensidad de programas como Polytechnique o Caltech.

| Componente | Clase | Lab/Discusión | Trabajo independiente | Semanal | Total bloque/Studio |
|---|-------|---------------|-----------------------|---------|---------------------|
| Materia técnica (Cálculo, Física, ML, sistemas) | 6 | 2 | 10–12 | 18–20 | 144–160 |
| Materia humanística (Historia, Ética, Cultura) | 4 | 2 | 8–10 | 14–16 | 112–128 |
| Studio | 6 | — | 8–10 | 14–16 | 224–256 |

Los totales por bloque (8 semanas) y por Studio (16 semanas) reflejan el supuesto de que el trabajo independiente es trabajo real, no autoestudio nominal: lectura técnica, problemas difíciles, depuración, escritura defendible. La carga es alta y declarada como tal: el programa no compatibiliza con un trabajo de tiempo completo en paralelo.

Los límites del bloque también crean puntos de control naturales. Cada ocho semanas hay que completar y defender un cuerpo de trabajo. No hay manera de pasar un bloque a media máquina y recuperarse al final del semestre. El ritmo de producción y rendición de cuentas es sostenido, y es exactamente este ritmo el que construye la capacidad de trabajar bajo presión, cumplir con plazos reales y producir algo defendible en un cronograma fijo.

6.3 El sistema de Studios

Los seis Studios son la columna vertebral del programa. Cada Studio dura dieciséis semanas, dos bloques consecutivos, y culmina con una defensa pública ante un panel que incluye personas externas al programa. Los Studios no son materias. Son proyectos con entregables reales, equipos reales, restricciones reales y rendición de cuentas real.

STUDIO I

Escritura y Oratoria, Writing and Rhetoric

Entrena las habilidades fundamentales de comunicación que todo lo demás del programa requiere. Los estudiantes no pueden defender su trabajo si no pueden escribir con claridad y hablar con convicción. Se cursa en el Año 1, antes de que el contenido técnico se haya acumulado por completo, porque las habilidades de comunicación tienen que desarrollarse lo suficientemente temprano como para practicarlas durante el resto del programa.

STUDIO II

Construir y Romper, Build and Break

Obliga a los estudiantes a construir algo con un componente físico, algo que interactúe con el mundo más allá de la pantalla, y luego atacar lo que otro equipo construyó. El componente físico es esencial: confronta a los estudiantes con las restricciones que el mundo físico impone al software y a los sistemas.

STUDIO III

Fiabilidad Bajo Presión, Reliability Under Pressure

Simula la operación de un sistema real en producción, definir objetivos de nivel de servicio, gestionar incidentes, escribir post mortems, ejecutar rollbacks. Desarrolla habilidades operativas y organizacionales: cómo coordinar bajo presión, cómo comunicar durante una crisis, cómo aprender del fracaso.

STUDIO IV

Diseño de Sistemas Institucionales, Institutional Systems Design

Requiere diseñar un sistema que cruce fronteras técnicas e institucionales, un marketplace, una plataforma de compliance, un servicio público. Los estudiantes aplican simultáneamente, por primera vez a escala completa, profundidad técnica y alfabetización institucional.

STUDIO V

Sistema Crítico bajo Restricciones, Critical System Under Constraints

El proyecto técnicamente más exigente antes del Studio final. Los estudiantes construyen algo que opera bajo restricciones reales, regulatorias, financieras, de seguridad o éticas. La restricción es el punto. Construir bajo restricciones es lo que distingue a un profesional de un aficionado.

STUDIO VI

Venture from Zero

El Studio culminante. Los equipos crean y operan una empresa real durante dieciséis semanas, bajo restricciones legales, financieras, organizacionales y regulatorias genuinas. Constituyen una sociedad o avanzan hasta el punto legalmente viable, construyen un MVP, buscan clientes reales, validan demanda, miden, iteran y rinden cuentas por las decisiones tomadas. La justificación pedagógica no es la cultura startup ni la supervivencia del producto: es la prueba integrada de operar bajo restricciones reales, donde se cruzan diseño técnico, mercado, finanzas, compliance, legitimidad y liderazgo.

6.4 La cohorte como entorno de formación

El programa admite entre 30 y 40 estudiantes por cohorte. Esto no es una restricción de escalamiento, es un requisito pedagógico. La formación ocurre en relación con otras personas. La presión de trabajar en un equipo con expectativas altas, la experiencia de defender el propio trabajo ante pares que lo entienden lo suficientemente bien como para cuestionarlo, la cultura que se desarrolla cuando un grupo pequeño de personas comparte tres años y medio de presión intelectual sostenida, son los productos primarios de la cohorte pequeña, no sus subproductos.

6.5 La IA como herramienta obligatoria

El uso de herramientas de IA es obligatorio en todo el programa. Se espera que los estudiantes las usen de manera constante y fluida, para generación de código, análisis, redacción, simulación, investigación y cualquier otra cosa que acelere su trabajo. Hay una sola regla, enunciada una vez y aplicada en todas partes: tienen que poder explicar, defender y hacerse responsables de todo lo que entreguen.

Este enfoque refleja la convicción fundacional del programa: en un mundo donde la IA puede producir resultados sofisticados en casi cualquier dominio, la capacidad humana relevante no es la habilidad de producir resultados sino la habilidad de evaluarlos, mejorarlos y hacerse responsable de ellos.

6.6 Sin materias electivas hasta el último cuatrimestre

El programa no tiene electivas hasta el último cuatrimestre, donde se ofrece una única electiva guiada. Esta es una decisión de diseño, no una omisión. El programa optimiza para la coherencia cognitiva y una base compartida de juicio. Las electivas fragmentan esa base, producen especialistas que hablan idiomas distintos demasiado temprano.

La diversidad de la cohorte no se produce por elecciones distintas de materias. Se produce sometiéndolo a personas con orígenes y perspectivas distintas al mismo marco común riguroso y observando cómo toman decisiones bajo las mismas restricciones. Esa es la diversidad que importa para construir sistemas.

Marco de evaluación

7.1 El problema de la IA en la evaluación

Si los estudiantes pueden usar la IA libremente, y en este programa deben hacerlo, entonces cualquier trabajo escrito hecho fuera del aula es esencialmente inverificable. No se puede saber qué proporción de un ensayo o de una guía de problemas para hacer en casa es del estudiante. Esto fuerza un replanteo fundamental sobre para qué sirve la evaluación y cómo debe llevarse a cabo.

La respuesta no es prohibir la IA. La respuesta es asegurar que la evaluación primaria ocurra en persona, en tiempo real, sin tiempo de preparación para ese problema específico. Todo lo que se hace en casa con IA es preparación para la evaluación real, no es la evaluación en sí.

7.2 El principio

Las únicas evaluaciones a prueba de IA son aquellas que ocurren en persona, en tiempo real, sobre material para el cual el estudiante no pudo prepararse específicamente. Toda la evaluación primaria de este programa toma esta forma. El trabajo hecho en casa con IA cuenta para la nota pero es preparación y evidencia de involucramiento, no la prueba primaria de comprensión.

Una precisión necesaria. El programa no elimina los exámenes escritos. Las materias de matemática, física, probabilidad, algoritmos y otras de tipo teórico se evalúan principalmente por examen escrito presencial, a libro abierto, sobre problemas inéditos diseñados para que tener el libro abierto sea irrelevante. Lo que el programa elimina son los *exámenes finales escritos integradores* al cierre del programa: no hay un examen comprehensivo de fin de carrera. Cada bloque cierra

con su propia evaluación primaria, presencial y en tiempo real, en la modalidad apropiada para esa materia (examen escrito, defensa oral, programación en vivo o defensa pública).

7.3 Libro abierto, apuntes abiertos

Todas las evaluaciones presenciales son a libro abierto y con apuntes. No se evalúa la memorización. Los problemas están diseñados de modo que tener el libro abierto sea irrelevante, lo que importa es saber cómo pensar, qué herramienta aplicar y por qué.

Esto no es una concesión a los estudiantes. Es una forma más honesta y exigente de evaluación. Un estudiante que no entiende álgebra lineal no se va a salvar por tener a Strang sobre el escritorio. Un estudiante que no entiende termodinámica no se va a salvar por tener a Feynman abierto delante. El libro ayuda a quien ya entiende, no puede sustituir a la comprensión. Este es el modelo que usan las grandes écoles y Caltech, donde los exámenes a libro abierto con problemas extremadamente difíciles son el estándar.

7.4 Tipos de evaluación

| Código | Tipo | Descripción |
|--------|----------------------|--|
| WE | Examen Escrito | En persona, en papel, a libro abierto, con apuntes, sin IA, sin internet. Problemas difíciles inéditos que requieren razonamiento genuino. |
| TP | Trabajo Práctico | Trabajo para hacer en casa con asistencia plena de IA. Cuenta para la nota. Es principalmente preparación para la evaluación presencial. |
| LC | Programación en Vivo | Sesión de programación presencial. Se permite IA pero el evaluador cuestiona cada decisión en tiempo real. |
| OD | Defensa Oral | El estudiante defiende un trabajo escrito bajo cuestionamiento adversarial sin preparación para preguntas específicas. |
| PD | Defensa Pública | Defensa ante un panel que incluye revisores externos. Se usa para los Studios y proyectos mayores. |

| | | |
|----|-------------------|---|
| WP | Portfolio Escrito | Trabajo escrito acumulado con historia completa de revisiones. La escritura misma es la evaluación. |
|----|-------------------|---|

7.5 La regla de la IA

El uso de herramientas de IA es obligatorio. Se espera que los estudiantes las usen de manera constante y fluida en cada componente de las materias que se haga en casa. Hay una sola regla, aplicada sin excepción:

Tienen que poder explicar, defender y hacerse responsables de todo lo que entreguen.

La evaluación presencial es donde se hace cumplir esta regla. Un estudiante que usó IA sin entender va a quedar expuesto inmediatamente bajo cuestionamiento adversarial. Un estudiante que usó IA como herramienta genuina de pensamiento no va a tener dificultad en defender el trabajo.

7.6 Evaluación por tipo de materia

| Tipo de Materia | Evaluación Primaria | Evaluación Secundaria |
|---------------------------------|--|--|
| Matemática y Física | Examen Escrito (WE), libro abierto, problemas difíciles inéditos | Guías de problemas semanales (TP) |
| Programación y Sistemas | Programación en Vivo (LC), IA permitida, explicar cada decisión | Proyectos y portfolios (TP) |
| Ciencias Sociales Cuantitativas | Examen Escrito (WE) o Defensa Oral (OD) | Estudios empíricos (TP) |
| Humanidades y Análisis Social | Defensa Oral (OD), cuestionamiento adversarial | Ensayos con historia de revisiones (TP) |
| Diseño y Producto | Defensa Pública (PD), usuarios reales o panel externo | Prototipo con investigación documentada (TP) |
| Studios | Defensa Pública (PD), panel externo | Proyecto completo construido con IA |

Escritura

Portfolio Escrito (WP), historia de revisiones

Borradores y reescrituras continuas

Visión general del plan de estudios

8.1 El arco de tres años y medio

Año 1, Fundamentos. El Año 1 construye las bases matemáticas, científicas y computacionales sobre las que descansa todo lo demás. Al final del Año 1, los estudiantes pueden razonar formalmente, computar, manejar probabilidad y estadística con rigor, construir y desplegar sistemas de ML, programar a nivel de sistemas, razonar sobre las restricciones físicas que pesan sobre los sistemas que construyen, estudiar sistemas vivos como sistemas adaptativos complejos y han completado dos proyectos en equipo.

Año 2, Sistemas. El Año 2 construye los sistemas, técnicos, económicos e institucionales, dentro de los cuales los constructores deben operar. Al final del Año 2, los estudiantes entienden los algoritmos y sus límites, la matemática de la interacción estratégica, la física del riesgo y las colas pesadas, los fundamentos de la computación distribuida, la arquitectura de los sistemas financieros, la economía política de la regulación, los modos históricos de falla institucional y los límites epistemológicos de la IA.

Año 3, Síntesis. El Año 3 integra todo. Estrategia, producto, control, ética, diseño institucional, negociación, sistemas complejos, teoría de la decisión, comportamiento organizacional, teoría de la información, diseño de producto, las materias de síntesis donde la matemática del Año 1 y los sistemas del Año 2 se aplican a la complejidad plena de construir cosas que importan.

Año 3.5, Salida. El último cuatrimestre es a la vez el cierre y la apertura. Los estudiantes completan Venture from Zero, cursan Cultura, Legitimidad y Normas como síntesis final sobre aceptación social, sentido y autoridad, toman su

única electiva guiada y participan en un seminario fundacional sobre IA, juicio y responsabilidad, el argumento filosófico del programa, encontrado después de tres años de haberlo vivido.

Por qué tres años y medio

La duración de tres años y medio es deliberada. El programa entiende la formación de grado como base, no como especialización. La maestría a profundidad de un único dominio, economía a nivel de investigación, ciencias de la computación a nivel doctoral, profundización terminal en cualquier disciplina, es naturalmente el trabajo del posgrado. Los graduados de este programa quedan preparados explícitamente para competir por programas de maestría y doctorado de primer nivel internacional en las disciplinas que decidan profundizar. La estructura comprime en tres años y medio lo que la mayoría de los programas distribuye en cuatro a cinco, lo que les permite especializarse en el exterior todavía a comienzos de los veinte. Esto ubica al grado como el inicio de una trayectoria más larga, no como una titulación terminal.

El modelo de profundidad: maestría, fluidez e integración

Conviene anticipar la objeción evidente: ningún programa de tres años y medio puede producir maestría simultánea en matemática, física, biología, ciencias de la computación, machine learning, economía, derecho, política, filosofía, diseño de producto, comportamiento organizacional y creación de empresas. La amplitud es deliberada; la profundidad, en cambio, está calibrada con honestidad. El plan distingue de manera explícita entre tres niveles de exigencia, y esa distinción es lo que vuelve coherente la carga curricular.

Maestría. Hay un núcleo acotado de dominios en los que los estudiantes alcanzan profundidad genuina de trabajo, suficiente para construir: matemática (álgebra lineal, probabilidad, optimización, matemática abstracta), ciencias de la computación (programación, sistemas, algoritmos, sistemas distribuidos), machine learning e ingeniería de IA, y diseño de mecanismos y de producto. En estos dominios el egresado opera como practicante, no como espectador.

Fluidez. Un segundo conjunto de dominios se cursa con profundidad de lectura y rigor analítico, no con vocación de especialización: economía y economía política, filosofía de la ciencia, análisis cultural e institucional, derecho y regulación, comportamiento organizacional. El egresado puede leer la literatura primaria con criterio, evaluar argumentos, y operar en equipos interdisciplinarios sin necesitar un especialista a su lado para cada decisión. **Integración.** Los Studios cumplen la función específica de obligar a combinar lo que se domina con lo que se sabe leer, bajo restricciones reales. Es ahí donde la amplitud deja de ser una colección de materias y se vuelve una capacidad efectiva.

El modelo tiene precedentes claros: la École Polytechnique, Caltech y los programas PPE de Oxford muestran, cada uno a su modo, cómo una licenciatura puede cultivar madurez matemática, alfabetización científica o capacidad de integración sin prometer especialización total en todos los dominios que toca. La afirmación honesta del programa es análoga. Un egresado de un MSc en ciencias de la computación del MIT irá más profundo en CS que un egresado de este programa; un MSc en economía de la LSE irá más profundo en economía. **La apuesta de este programa es otra: formar a alguien con suficiente maestría técnica para construir, suficiente fluidez disciplinaria para integrar y suficiente juicio entrenado en los Studios para saber cuál de esos modos aplicar en cada momento.** Quienes deseen luego especializarse continúan en posgrado (§12.2, vía 5); ese tránsito no es una falla del diseño sino la trayectoria natural de una licenciatura generalista orientada a la integración entre dominios.

8.2 El plan de estudios completo

Año 1, Fundamentos

| Bloque A | Bloque B | Bloque C | Bloque D |
|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--|
| Álgebra Lineal y Computación I | Álgebra Lineal y Computación II | Probabilidad y Estadística | Machine Learning e Ingeniería de Modelos |

| | | | |
|---|-------------------------------------|---|--|
| Razonamiento Formal y Demostración | Microeconomía y Lógica de Decisión | Programación de Sistemas | Biología de Sistemas, Evolución y Ecología |
| Cálculo y Análisis | Fundamentos de Programación y Datos | Física I: Mecánica, Energía y Termodinámica | Física II: Electromagnetismo, Señales y Computación Física |
| <i>Studio I, Escritura y Oratoria (A+B)</i> | | <i>Studio II, Construir y Romper (C+D)</i> | |

Año 2, Sistemas

| Bloque A | Bloque B | Bloque C | Bloque D |
|--|---|--|---|
| Algoritmos, Complejidad y Optimización | Teoría de Juegos y Diseño de Mecanismos | Redes y Sistemas Distribuidos | Economía Política, Derecho y Regulación |
| Econometría e Inferencia Causal | Procesos Estocásticos y Riesgo | Sistemas de Datos | Historia de las Instituciones, la Tecnología y el Poder |
| Deep Learning y Modelos Fundacionales | Métodos Formales y Verificación | Seguridad, Criptografía y Confianza | Epistemología, Ciencia y los Límites de la IA |
| <i>Studio III, Fiabilidad Bajo Presión (A+B)</i> | | <i>Studio IV, Diseño de Sistemas Institucionales (C+D)</i> | |

Año 3, Síntesis

| Bloque A | Bloque B | Bloque C | Bloque D |
|--|---|-------------------------------|--|
| Diseño y Estrategia de Producto | Laboratorio de Diseño Institucional | Sistemas Complejos | Métodos de Investigación, Medición y Diseño Experimental |
| Control, Observabilidad y Medición | Liderazgo, Negociación y Coordinación | Teoría de la Decisión | Finanzas, Dinero y Banca |
| Ética y Responsabilidad bajo Incertidumbre | Sistemas Embebidos e Interacción Física | Escritura Avanzada en Español | Optimización Aplicada y Métodos Numéricos |

Año 3.5, Salida

| Bloque A | Bloque B |
|---|---|
| Seminario Fundacional: IA, Juicio y Responsabilidad | Venture from Zero, continuación y cierre |
| Cultura, Legitimidad y Normas | Seminario de Egreso: El Constructor en el Mundo |
| Electiva Guiada | Defensa Pública Final |

8.3 Estadísticas del programa

| | | |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 39 MATERIAS | 6 STUDIOS | 14 BLOQUES |
| 3,5 AÑOS | 30–40 ESTUDIANTES/COHORTE | 1 ELECTIVA GUIADA |

Descripciones de las materias

Año 1, Fundamentos

Álgebra Lineal y Computación I

Linear Algebra and Computation I

OBJETIVO / OBJECTIVE

Construir la columna vertebral matemática del programa. El álgebra lineal es el lenguaje de los datos, el machine learning, la optimización y el razonamiento cuantitativo. Los estudiantes que no la dominen encontrarán un techo en cada materia cuantitativa que sigue.

CONTENIDO / CONTENT

Espacios vectoriales, transformaciones lineales, espacios columna y nulo, factorizaciones matriciales (LU, QR), autovalores y autovectores, descomposición en valores singulares. Fundamentos de probabilidad a través del álgebra lineal: matrices de covarianza, PCA, valores esperados.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Strang, Gilbert. *Linear Algebra and Learning from Data*. Wellesley-Cambridge Press, 2019.
- Strang, Gilbert. *Introduction to Linear Algebra*. 6th ed. Wellesley-Cambridge Press, 2023.
- Axler, Sheldon. *Linear Algebra Done Right*. 4th ed. Springer, 2024.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 18.06 Linear Algebra](#)
- [MIT 18.065 Matrix Methods in Data Analysis](#)
- [Imperial College Mathematics for Machine Learning, Coursera](#)
- [3Blue1Brown: Essence of Linear Algebra, YouTube](#)

Álgebra Lineal y Computación II

Linear Algebra and Computation II

OBJETIVO / OBJECTIVE

Del álgebra lineal a la optimización y el aprendizaje. El bloque donde la matemática se conecta con machine learning.

CONTENIDO / CONTENT

Optimización: mínimos cuadrados, descenso por gradiente, puntos silla, restricciones, convexidad básica. Regularización y aprendizaje a partir de datos. Estructura de redes neuronales como operaciones matriciales. Backpropagation como regla de la cadena aplicada a grafos computacionales.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Strang, Gilbert. *Linear Algebra and Learning from Data*. Parts II–IV. Wellesley-Cambridge Press, 2019.
- Boyd, Stephen, and Lieven Vandenberghe. *Convex Optimization*. Cambridge University Press, 2004.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 18.065 Matrix Methods in Data Analysis](#)
- [Stanford EE364A Convex Optimization](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

Razonamiento Formal y Demostración

Formal Reasoning and Proof

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entrenar el razonamiento preciso y la disciplina de la falsificación. Construir la capacidad de trabajar con rigor en territorio desconocido.

CONTENIDO / CONTENT

Lógica proposicional y de predicados, técnicas de demostración (directa, por contradicción, inducción), construcción de contraejemplos, teoría de conjuntos básica, relaciones. Combinatoria y argumentos de conteo (funciones generatrices, principio del palomar, método probabilístico) tratados como aplicación intensiva de las técnicas de demostración. La IA puede proponer demostraciones, los estudiantes encuentran los huecos.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Velleman, Daniel J. *How to Prove It*. 3rd ed. Cambridge University Press, 2019.
- Sipser, Michael. *Introduction to the Theory of Computation*. 3rd ed. Cengage, 2012.
- Enderton, Herbert B. *A Mathematical Introduction to Logic*. 2nd ed. Academic Press, 2001.
- Graham, Ronald L., Donald E. Knuth, and Oren Patashnik. *Concrete Mathematics*. 2nd ed. Addison-Wesley, 1994.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 6.1200 Mathematics for Computer Science](#)
- [Stanford Phil 151 Metalogic](#)
- [Stanford CS 103 Mathematical Foundations of Computing](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Cálculo y Análisis

Calculus and Analysis

OBJETIVO / OBJECTIVE

Construir el cálculo y el análisis matemático que el resto del programa asume en silencio. Desde límites y continuidad hasta cálculo en varias variables y elementos de análisis real, con el rigor suficiente para que probabilidad, optimización, física, machine learning y procesos estocásticos puedan apoyarse en él en lugar de evitarlo.

CONTENIDO / CONTENT

Límites, continuidad, derivadas y aproximación de Taylor. Integración de Riemann. Sucesiones y series, criterios de convergencia. Cálculo en varias variables: gradientes, jacobianos, hessianos, integrales múltiples. Optimización con restricciones, multiplicadores de Lagrange. Ecuaciones diferenciales ordinarias elementales. Unidad final de análisis real y topología: espacios métricos, compacidad, convergencia uniforme, continuidad como preservación de estructura, teoremas de punto fijo.

El curso es deliberadamente denso para una sola materia: ocho semanas para material que muchos programas distribuyen en un año entero. La comprensión es posible porque corre en paralelo con Razonamiento Formal y Demostración, donde se construye la disciplina de prueba que el cálculo riguroso requiere, y con Álgebra Lineal y Computación I, que provee el lenguaje vectorial. La meta no es agotar a Tao, es que Probabilidad, Procesos Estocásticos, Física, Machine Learning y los cursos de optimización puedan asumir el cálculo en lugar de trabajar a su alrededor.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Spivak, Michael. *Calculus*. 4th ed. Publish or Perish, 2008. *Cálculo de una variable tratado con rigor, escrito como introducción al análisis real.*
- Tao, Terence. *Analysis I*. Hindustan Book Agency, 2016. *Análisis real construido desde los axiomas de los reales, autocontenido y riguroso.*
- Hubbard, John H., and Barbara Burke Hubbard. *Vector Calculus, Linear Algebra, and Differential Forms*. 5th ed. Matrix Editions, 2015. *Cálculo en varias variables con álgebra lineal y formas diferenciales, el puente natural hacia ML, optimización y física.*
- Strogatz, Steven H. *Nonlinear Dynamics and Chaos*. 2nd ed. CRC Press, 2014. *Capítulos seleccionados sobre EDO y comportamiento cualitativo, conexión*

temprana con Sistemas Complejos.

- Munkres, James R. *Topology*. 2nd ed. Pearson, 2000. *Capítulos seleccionados de topología de conjuntos de puntos para la unidad final: espacios métricos, compacidad, continuidad.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 18.01 Single Variable Calculus](#)
- [MIT 18.02 Multivariable Calculus](#)
- [MIT 18.100A Real Analysis](#)
- [Caltech Ma 1abc Mathematics](#)
- [École Polytechnique tronc commun \(modules de mathématiques\)](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Microeconomía y Lógica de Decisión

Microeconomics and Decision Logic

OBJETIVO / OBJECTIVE

Razonar sobre escasez, incentivos y tradeoffs antes de tocar un modelo de negocio.
Desarrollar intuición económica antes de que el programa exija modelado formal.

CONTENIDO / CONTENT

Utilidad, razonamiento marginal, formación de precios, fundamentos de teoría de juegos, estructura de mercado, fallas de mercado.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Varian, Hal R. *Intermediate Microeconomics*. 9th ed. W. W. Norton, 2014.
- Kahneman, Daniel. *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux, 2011.
- Schelling, Thomas C. *The Strategy of Conflict*. Harvard University Press, 1960.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 14.01 Principles of Microeconomics](#)
- [Yale ECON 159 Game Theory](#)

- [Stanford Econ 1](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Fundamentos de Programación y Datos

Foundations of Programming and Data

OBJETIVO / OBJECTIVE

Escribir software que hace lo que dice hacer y manejar datos básicos con criterio. No velocidad de codificación, precisión conceptual: entender qué hace el código, por qué falla, cómo saber que hace lo que uno cree y cómo modelar los datos que usa.

CONTENIDO / CONTENT

Estructuras de datos, testing, desarrollo dirigido por especificaciones. SQL, modelado de datos, normalización básica, joins, índices simples y migraciones pequeñas. Shell, git, debugging, profiling, SSH, entornos de desarrollo. Especificación primero, implementación después, tests siempre. Esta materia da el contacto temprano con datos; Sistemas de Datos los trata rigurosamente en Año 2.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Abelson, Harold, and Gerald Jay Sussman. *Structure and Interpretation of Computer Programs*. 2nd ed. MIT Press, 1996.
- Sedgewick, Robert, and Kevin Wayne. *Algorithms*. 4th ed. Addison-Wesley, 2011.
- McConnell, Steve. *Code Complete*. 2nd ed. Microsoft Press, 2004.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 6.100A Introduction to CS Programming in Python](#)
- [MIT Missing Semester](#)
- [Stanford CS 106B Programming Abstractions](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

Probabilidad y Estadística

Probability and Statistics

OBJETIVO / OBJECTIVE

Razonar rigurosamente sobre incertidumbre, evidencia e inferencia. La base cuantitativa que sostiene ML, econometría, procesos estocásticos y toda decisión bajo incertidumbre.

CONTENIDO / CONTENT

Espacios de probabilidad, variables aleatorias, distribuciones, esperanza y varianza, teorema central del límite, inferencia bayesiana, estimación, testing de hipótesis, intervalos de confianza. Entropía, información mutua y divergencia KL como medidas de incertidumbre, evidencia y actualización.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Blitzstein, Joseph K., and Jessica Hwang. *Introduction to Probability*. 2nd ed. CRC Press, 2019.
- Wasserman, Larry. *All of Statistics*. Springer, 2004.
- Jaynes, Edwin T. *Probability Theory: The Logic of Science*. Cambridge University Press, 2003.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 6.3700 Introduction to Probability](#)
- [MIT 18.650 Fundamentals of Statistics](#)
- [Stanford CS 109 Probability for Computer Scientists](#)
- [Caltech Ma 3](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

Programación de Sistemas

Systems Programming

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender la computación como un proceso físico y temporal. El foco está en el modelo mental, cómo la computación realmente sucede en hardware y sistemas operativos.

CONTENIDO / CONTENT

Jerarquía de memoria, concurrencia, I/O, procesos, scheduling, aislamiento, control de recursos, debugging bajo carga y contención de recursos.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Bryant, Randal E., and David R. O'Hallaron. *Computer Systems: A Programmer's Perspective*. 3rd ed. Pearson, 2015.
- Arpaci-Dusseau, Remzi H., and Andrea C. Arpaci-Dusseau. *Operating Systems: Three Easy Pieces*. ostep.org.
- Kerrisk, Michael. *The Linux Programming Interface*. No Starch Press, 2010.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 6.1800 Computer Systems Engineering](#)
- [MIT 6.1810 Operating Systems Engineering](#)
- [Stanford CS 110 Principles of Computer Systems](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Física I: Mecánica, Energía y Termodinámica

Physics I: Mechanics, Energy and Thermodynamics

OBJETIVO / OBJECTIVE

Física para constructores, no para físicos. Entender el mundo físico lo suficiente para construir cosas que interactúen con él, y reconocer cuándo tus abstracciones ignoran restricciones reales.

CONTENIDO / CONTENT

Mecánica clásica: fuerzas, energía, momento, rotación. Termodinámica y entropía. Razonamiento por órdenes de magnitud. Estimación física: ¿cuánta energía necesita? ¿Cuánto pesa? ¿A qué escala deja de funcionar?

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Feynman, Richard P., Robert B. Leighton, and Matthew Sands. *The Feynman Lectures on Physics*. Vol. I. Caltech, 2013. feynmanlectures.caltech.edu.
- Mahajan, Sanjoy. *The Art of Insight in Science and Engineering*. MIT Press, 2014.
- Halliday, David, Robert Resnick, and Jearl Walker. *Fundamentals of Physics*. 11th ed. Wiley, 2018.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 8.01 Classical Mechanics \(Walter Lewin\)](#)
- [Caltech Ph 1a Physics](#)
- [École Polytechnique tronc commun Physique](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

WE

TP

Física II: Electromagnetismo, Señales y Computación Física

Physics II: Electromagnetism, Signals and Physical Computation

OBJETIVO / OBJECTIVE

Electromagnetismo y física de señales para constructores. Suficiente mecánica cuántica para entender semiconductores y los límites físicos de la computación.

CONTENIDO / CONTENT

Electromagnetismo: campos, potencial, circuitos, ondas. Física de señales: ruido, frecuencia, espectro. Mecánica cuántica básica: semiconductores, límites físicos de la computación.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Feynman, Richard P., Robert B. Leighton, and Matthew Sands. *The Feynman Lectures on Physics*. Vol. II. Caltech, 2013.

- Griffiths, David J. *Introduction to Electrodynamics*. 4th ed. Cambridge University Press, 2017.
- Griffiths, David J. *Introduction to Quantum Mechanics*. 3rd ed. Cambridge University Press, 2018.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 8.02 Electricity and Magnetism](#)
- [MIT 8.04 Quantum Physics I](#)
- [Caltech Ph 1b](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Machine Learning e Ingeniería de Modelos

Machine Learning and Model Engineering

OBJETIVO / OBJECTIVE

Construir, entrenar, evaluar, desplegar y monitorear modelos de ML, y saber cuándo no usarlos. Los fundamentos matemáticos fueron establecidos en bloques anteriores. Este bloque enseña la ingeniería.

CONTENIDO / CONTENT

Pipelines de datos, feature engineering, entrenamiento, evaluación, overfitting, regularización, deployment y monitoreo. Versionado de datos y modelos, evaluation pipelines, validación offline/online, drift detection, rollback, privacidad, seguridad, fairness checks, model cards, incident response para fallas de modelo y criterios para decidir cuándo no usar ML.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Bishop, Christopher M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.
- Hastie, Trevor, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman. *The Elements of Statistical Learning*. 2nd ed. Springer, 2009.
- Géron, Aurélien. *Hands-On Machine Learning*. 3rd ed. O'Reilly, 2022.

- Huyen, Chip. *Designing Machine Learning Systems*. O'Reilly, 2022.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 6.3900 Introduction to Machine Learning](#)
- [Stanford CS 229 Machine Learning](#)
- [Stanford CS 329S Machine Learning Systems Design](#)
- [Caltech CMS 155 Machine Learning and Data Mining](#)
- [Andrej Karpathy: Neural Networks Zero to Hero, YouTube](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Biología de Sistemas, Evolución y Ecología

Systems Biology, Evolution and Ecology

OBJETIVO / OBJECTIVE

Estudiar sistemas vivos como sistemas adaptativos complejos: evolución, ecología, redes regulatorias, inmunidad, epidemias, robustez y fragilidad. La materia no es una introducción genérica a la biología sino una lente para entender adaptación, selección, feedback, coevolución, colapso ecológico y optimización bajo restricciones.

CONTENIDO / CONTENT

Evolución por selección y dinámica adaptativa. Genética y biología celular solo en la medida necesaria para entender mecanismos de regulación, herencia y variación. Redes biológicas, feedback y homeostasis. Inmunidad como sistema de detección, memoria y respuesta. Ecología, estabilidad, resiliencia, cascadas tróficas y colapso. Epidemiología y difusión. Teoría de juegos evolutiva, cooperación, competencia y coevolución. Robustez, fragilidad, redundancia, tradeoffs y path dependence. Uso cuidadoso de analogías biológicas en instituciones, IA y diseño de sistemas.

El objetivo es que los estudiantes incorporen un dominio de complejidad que no fue diseñado por humanos. Física enseña leyes, restricciones y conservación; biología enseña adaptación, falla, selección y supervivencia bajo condiciones cambiantes. La

materia exige modelos, estimaciones y diagramas causales, no memorización taxonómica ni una orientación pre-médica.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Carroll, Sean B. *The Serengeti Rules*. Princeton University Press, 2016.
- Maynard Smith, John. *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge University Press, 1982.
- Nowak, Martin A. *Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life*. Belknap Press, 2006.
- Levin, Simon A. *Fragile Dominion: Complexity and the Commons*. Perseus Books, 1999.
- Alberts, Bruce, et al. *Essential Cell Biology*. 5th ed. W. W. Norton, 2019.
Referencia de consulta para mecanismos celulares, no columna vertebral de la materia.
- Dawkins, Richard. *The Selfish Gene*. 40th Anniversary ed. Oxford University Press, 2016.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 7.013 Introductory Biology](#)
- [MIT 7.91J Foundations of Computational and Systems Biology](#)
- [Caltech Bi 1 Principles of Biology](#)
- [École Polytechnique tronc commun Biologie](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Año 2, Sistemas

Historia de las Instituciones, la Tecnología y el Poder

History of Institutions, Technology and Power

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender cómo las organizaciones, los estados, los mercados y las tecnologías transformadoras realmente funcionan, y cómo fallan. Casos históricos como tests de estrés de modelos de gobernanza, junto al estudio de cómo cada gran transición tecnológica reorganizó el poder, la economía y las formas de vida.

CONTENIDO / CONTENT

Primera mitad, instituciones: modos de falla institucional y sus causas estructurales. Por qué colapsan los imperios, por qué los regímenes regulatorios se calcifican, por qué organizaciones efectivas se vuelven patológicas. Segunda mitad, tecnología como motor de cambio: la imprenta, la máquina de vapor, la electricidad, la computadora, internet, la IA. Cómo cada tecnología cambió qué tipos de organizaciones son posibles, quién tiene poder, y qué formas de vida se vuelven imaginables.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Acemoglu, Daron, and James A. Robinson. *Why Nations Fail*. Crown, 2012.
- North, Douglass C. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press, 1990.
- Scott, James C. *Seeing Like a State*. Yale University Press, 1998.
- Hirschman, Albert O. *Exit, Voice, and Loyalty*. Harvard University Press, 1970.
- Olson, Mancur. *The Logic of Collective Action*. Harvard University Press, 1965.
- Dalio, Ray. *Principles for Dealing with the Changing World Order*. Simon & Schuster, 2021.
- Hobsbawm, Eric. *The Age of Revolution, The Age of Capital, The Age of Empire*. Vintage, 1962–1987. *La trilogía 1789–1914, andamiaje histórico para entender cómo la doble revolución dio forma al mundo moderno*.
- Mokyr, Joel. *The Lever of Riches*. Oxford University Press, 1990. *La creatividad tecnológica y el progreso económico como fuerzas históricas*.
- Chandler, Alfred D. *The Visible Hand*. Harvard University Press, 1977. *La revolución gerencial y cómo las organizaciones se volvieron la forma dominante de coordinación*.

- Perez, Carlota. *Technological Revolutions and Financial Capital*. Edward Elgar, 2002. *Teoría de los ciclos largos de tecnología, capital y ajuste institucional*.
- Brynjolfsson, Erik, and Andrew McAfee. *The Second Machine Age*. W. W. Norton, 2014.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 17.S914 Political Development](#)
- [MIT 15.137 Entrepreneurship and the Evolution of American Capitalism](#)
- [Oxford PPE Politics component](#)
- [Oxford History of Science and Technology Program](#)
- [Stanford HSST Program](#)
- [Harvard Kennedy School Governance and Institutions](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Algoritmos, Complejidad y Optimización

Algorithms, Complexity and Optimization

OBJETIVO / OBJECTIVE

Razonamiento estructural sobre búsqueda, restricciones y los límites de la computación. La pregunta central: qué problemas son resolubles, a qué costo, y qué significa que un problema sea difícil.

CONTENIDO / CONTENT

Grafos, programación dinámica, clases de complejidad, límites de computabilidad, programación lineal, optimización convexa y dualidad. Optimización aplicada: programación entera, flujos en redes, matching, scheduling, ruteo, colas, asignación de recursos, logística, relajaciones, heurísticas, sensibilidad y formulación de problemas operativos reales.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Cormen, Thomas H., et al. *Introduction to Algorithms*. 4th ed. MIT Press, 2022.

- Boyd, Stephen, and Lieven Vandenberghe. *Convex Optimization*. Cambridge University Press, 2004.
- Sipser, Michael. *Introduction to the Theory of Computation*. 3rd ed. Cengage, 2012.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 6.1210 Introduction to Algorithms](#)
- [MIT 6.C571 Optimization Methods](#)
- [MIT 15.053 Optimization Methods in Management Science](#)
- [Stanford CS 161 Design and Analysis of Algorithms](#)
- [Stanford MS&E 211 Introduction to Optimization](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Econometría e Inferencia Causal

Econometrics and Causal Inference

OBJETIVO / OBJECTIVE

Pasar de correlación a causalidad. La pregunta central: bajo qué condiciones se puede afirmar que X causa Y, y qué estrategia de identificación lo garantiza.

CONTENIDO / CONTENT

Regresión, variables instrumentales, diferencias en diferencias, regresión discontinua, diseño experimental. A/B testing, poder estadístico, tamaño muestral, múltiples hipótesis, sesgo de medición, validez externa, encuestas, diseño de instrumentos, investigación cualitativa como evidencia, ética de experimentos y lectura crítica de resultados empíricos.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Angrist, Joshua D., and Jörn-Steffen Pischke. *Mostly Harmless Econometrics*. Princeton University Press, 2009.
- Cunningham, Scott. *Causal Inference: The Mixtape*. Yale University Press, 2021. mixtape.scunning.com.

- Pearl, Judea, and Dana Mackenzie. *The Book of Why*. Basic Books, 2018.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 14.32 Econometric Data Science](#)
- [Stanford MS&E 226 Causal Inference](#)
- [Caltech IDS 126](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Deep Learning y Modelos Fundacionales

Deep Learning and Foundation Models

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender en profundidad las arquitecturas, mecanismos y leyes de escala de los sistemas de IA que definen esta era, no como usuarios, sino como ingenieros y críticos.

CONTENIDO / CONTENT

Arquitecturas transformer, mecanismos de atención, modelos de difusión, large language models, scaling laws, emergent capabilities, in-context learning, RLHF, fine-tuning, destilación, multimodalidad.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. *Deep Learning*. MIT Press, 2016. deeplearningbook.org.
- Prince, Simon J.D. *Understanding Deep Learning*. MIT Press, 2023. udlbook.github.io.
- Vaswani et al. “Attention Is All You Need.” NeurIPS, 2017.
- Kaplan et al. “Scaling Laws for Neural Language Models.” arXiv, 2020.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford CS 224N NLP with Deep Learning](#)
- [Stanford CS 236 Deep Generative Models](#)

- [MIT 6.S898 Deep Learning](#)
- [fast.ai Practical Deep Learning](#)
- [Andrej Karpathy: Neural Networks Zero to Hero, YouTube](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

LC

OD

TP

Teoría de Juegos y Diseño de Mecanismos

Game Theory and Mechanism Design

OBJETIVO / OBJECTIVE

De la optimización individual a la interacción estratégica. Diseñar sistemas donde agentes racionales interactúan y los incentivos producen los resultados deseados.

CONTENIDO / CONTENT

Teoría de juegos, equilibrios de Nash, teoría de subastas, mercados de matching, compatibilidad de incentivos, elección social, complejidad computacional de mecanismos.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Nisan, Noam, et al. *Algorithmic Game Theory*. Cambridge University Press, 2007.
- Roth, Alvin E. *Who Gets What, and Why*. Houghton Mifflin Harcourt, 2015.
- Mas-Colell, Andreu, et al. *Microeconomic Theory*. Oxford University Press, 1995. (game theory chapters)

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford MS&E 232 Introduction to Game Theory](#)
- [MIT 14.126 Game Theory](#)
- [Yale ECON 159 Game Theory](#)
- [Harvard CS 1360 Economics and Computation](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

Procesos Estocásticos y Riesgo

Stochastic Processes and Risk

OBJETIVO / OBJECTIVE

Modelar procesos dependientes del camino, detectar no-ergodicidad, identificar escenarios de ruina. Entender por qué las métricas convencionales de riesgo fallan en dominios de colas gruesas.

CONTENIDO / CONTENT

Cadenas de Markov, caminatas aleatorias, procesos de Poisson, movimiento browniano. Distribuciones de colas gruesas, el problema de la ergodicidad, criterio de Kelly, dinámica de Cisne Negro. La segunda mitad trata las fat tails como el argumento central.

La integración de las fat tails no es un apéndice, es el argumento central de la segunda mitad de la materia. Se conecta directamente con Biología (el colapso ecológico es un evento de cola gruesa), Física (termodinámica de sistemas lejos del equilibrio) y Epistemología (el problema de la inducción es la preocupación filosófica central de Taleb).

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Ross, Sheldon M. *Introduction to Probability Models*. 12th ed. Academic Press, 2019.
- Taleb, Nassim Nicholas. *Statistical Consequences of Fat Tails*. STEM Academic Press, 2020.
- Norris, J. R. *Markov Chains*. Cambridge University Press, 1997.
- Peters, Ole, and London Mathematical Laboratory papers on ergodicity. *La distinción entre promedios de ensemble y promedios temporales: si un proceso es no ergódico, el promedio del grupo no describe la experiencia del individuo, lo que cambia de raíz cómo deben analizarse el riesgo, la desigualdad y las decisiones.*

- Cirillo, Pasquale, and Nassim Nicholas Taleb. *The Logic of Risk* and joint papers on fat tails, wars, and pandemics. *Formalización estadística rigurosa del marco de fat tails con implicancias directas para política pública y gestión del riesgo.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford MS&E 221 Stochastic Modeling](#)
- [MIT 6.7700 Discrete Stochastic Processes](#)
- [London Mathematical Laboratory: Ergodicity Economics](#)
- [Nassim Taleb's Real World Risk Institute](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

WE OD

Métodos Formales y Verificación

Formal Methods and Verification

OBJETIVO / OBJECTIVE

Demostrar matemáticamente que un sistema hace lo que dice hacer. Si AGI genera código, la verificación formal se vuelve más importante, no menos.

CONTENIDO / CONTENT

Especificación formal, Lean 4, verificación de programas, invariantes, pre/postcondiciones, tipos dependientes. Los estudiantes verifican propiedades de programas reales.

*Se conecta directamente con Razonamiento Formal (que provee la lógica), Cálculo y Análisis (que provee la madurez matemática) y Programación de Sistemas (que provee el contexto del software real). Con la IA generando código, esta disciplina se vuelve **más** importante, no menos.*

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Avigad, Jeremy. *Mathematics in Lean*. leanprover-community.github.io.
- Pierce, Benjamin C., et al. *Software Foundations*. softwarefoundations.cis.upenn.edu.

- Chlipala, Adam. *Certified Programming with Dependent Types*. MIT Press, 2013.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Carnegie Mellon 15-815 Interactive Theorem Proving](#)
- [MIT 6.820 Foundations of Program Analysis](#)
- [Lean 4 / Mathlib community curriculum](#)
- [Software Foundations](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Redes y Sistemas Distribuidos

Networks and Distributed Systems

OBJETIVO / OBJECTIVE

Diseñar protocolos que funcionen bajo pérdida, delay y condiciones adversariales.
Construir sistemas que sobrevivan fallas parciales.

CONTENIDO / CONTENT

Arquitectura de redes, diseño de protocolos, consenso distribuido, replicación, tradeoffs de consistencia, tolerancia a fallas, teorema CAP. Data pipelines y almacenamiento distribuido.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Kurose, James F., and Keith W. Ross. *Computer Networking*. 8th ed. Pearson, 2021.
- Kleppmann, Martin. *Designing Data-Intensive Applications*. O'Reilly, 2017.
- Van Steen, Maarten, and Andrew S. Tanenbaum. *Distributed Systems*. 4th ed. distributed-systems.net.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 6.5820 Computer Networks](#)
- [MIT 6.5840 Distributed Systems](#)

- [Stanford CS 144 Introduction to Computer Networking](#)
- [Cambridge Distributed Systems](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Seguridad, Criptografía y Confianza

Security, Cryptography and Trust

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender cómo se construye la confianza técnicamente y dónde se rompe.

CONTENIDO / CONTENT

Estructuras algebraicas operativas para criptografía: grupos, anillos, cuerpos, aritmética modular, suficiente teoría de números para entender RSA, Diffie-Hellman y curvas elípticas. Fundamentos criptográficos: simétrica/asimétrica, hashing, firmas, protocolos. Modelado de amenazas, seguridad de sistemas, superficies de ataque, arquitecturas de confianza.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Katz, Jonathan, and Yehuda Lindell. *Introduction to Modern Cryptography*. 3rd ed. CRC Press, 2020.
- Anderson, Ross J. *Security Engineering*. 3rd ed. Wiley, 2020.
- Boneh, Dan, and Victor Shoup. *A Graduate Course in Applied Cryptography*. cryptobook.us.
- Artin, Michael. *Algebra*. 2nd ed. Pearson, 2010.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford CS 255 Introduction to Cryptography](#)
- [MIT 6.5620 Computer Systems Security](#)
- [Coursera: Cryptography I & II \(Dan Boneh\)](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

Economía Política, Derecho y Regulación

Political Economy, Law and Regulation

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender cómo la regulación, la tributación, la responsabilidad legal y las políticas públicas determinan lo que se puede construir.

CONTENIDO / CONTENT

Marcos regulatorios, regímenes de responsabilidad, estrategia de compliance, incentivos institucionales, la interacción entre derecho y arquitectura técnica. Derecho operativo para sistemas tecnológicos: protección de datos, privacidad, propiedad intelectual, licencias open-source, contratos, procurement, responsabilidad por producto, protección del consumidor, regulación de plataformas, AI governance, auditoría, reporting y compliance by design. Los estudiantes trabajan con marcos en conflicto, Hayek junto a Polanyi, Land junto a Srnicek y Williams.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Acemoglu, Daron, and James A. Robinson. *The Narrow Corridor*. Penguin Press, 2019.
- Lessig, Lawrence. *Code: And Other Laws of Cyberspace*. Basic Books, 1999.
- Tirole, Jean. *Economics for the Common Good*. Princeton University Press, 2017.
- Polanyi, Karl. *The Great Transformation*. Beacon Press, 1944. *El mercado no es natural, fue construido políticamente. Contrapunto imprescindible a Hayek*.
- Zuboff, Shoshana. *The Age of Surveillance Capitalism*. PublicAffairs, 2019.
- Land, Nick. Selections from *Fanged Noumena*. Urbanomic, 2011. *Aceleracionismo, la inteligencia como proceso que excede lo humano, el capital como IA avant la lettre, leído como objeto de análisis, no como doctrina*.

- Srnicek, Nick, and Alex Williams. *Inventing the Future*. Verso, 2015. *Toma las premisas de Land y las gira hacia la izquierda; el contraste es pedagógicamente potente.*
- Brown, Wendy. *Undoing the Demos*. Zone Books, 2015. *El neoliberalismo como racionalidad que convierte todo en lógica de mercado, incluidas la política y la subjetividad.*
- Davidson, James Dale, and William Rees-Mogg. *The Sovereign Individual*. Touchstone, 1997. *Predijo en 1997 cómo la tecnología iba a desplazar el poder entre individuos y estados; el marco sigue siendo notablemente útil para analizar las dinámicas actuales.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 14.42 Environmental Policy and Economics](#)
- [Stanford Law and Technology](#)
- [Oxford PPE Politics and Philosophy components](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Epistemología, Ciencia y los Límites de la IA

Epistemology, Science and the Limits of AI

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender qué cuenta como conocimiento, qué hace válido a un modelo y qué pueden y no pueden hacer las máquinas. La materia que examina la afirmación fundacional del programa: que la AGI aún no puede ser confiada con el juicio.

CONTENIDO / CONTENT

La materia se organiza en torno a tres preguntas: (1) ¿qué cuenta como conocimiento científico válido y cómo cambia esa pregunta a lo largo del tiempo? (2) ¿qué es la inteligencia, y qué la distingue, si algo la distingue, entre humanos y máquinas? (3) ¿qué oculta un modelo cuando explica algo, y cuándo la

idealización deja de ser útil? El plan combina filosofía de la ciencia (falsabilidad, paradigmas, validez de modelos) con filosofía de la mente y la IA (la Habitación China, el problema del anclaje simbólico, el problema del alineamiento).

La filosofía de la ciencia no es abstracta, es operativa para quienes construyen sistemas. La materia se ancla en cuatro lecturas centrales: Kuhn sobre cómo cambian los paradigmas, el debate Dreyfus–Dennett sobre qué es la inteligencia, Cartwright sobre la idealización en los modelos científicos, y Russell sobre el problema del alineamiento. Esos cuatro ejes estructuran el curso; los demás autores aparecen como ampliación o referencia, no como lectura paralela. Conecta directamente con Métodos Formales (Lakatos), Machine Learning (Cartwright sobre modelos) y Sistemas Complejos (Polanyi sobre conocimiento tácito).

LECTURAS SECUNDARIAS

Extractos seleccionados, no lectura completa:

- Lakatos, *Proofs and Refutations*: cómo funciona la matemática como actividad humana; conecta con Métodos Formales.
- Polanyi, *Personal Knowledge*: conocimiento tácito y lo que un experto sabe pero no puede formalizar.
- Christian, *The Alignment Problem*: historia reciente del problema del alineamiento.
- Feyerabend, *Against Method*: anarquismo epistemológico, complemento crítico a Kuhn.

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

Disponibles para profundización individual o trabajos de Studio:

- Hacking, *Representing and Intervening*
- Latour, *Science in Action*
- Hui, *The Question Concerning Technology in China*
- Simondon, *On the Mode of Existence of Technical Objects*
- Haraway, *Cyborg Manifesto*
- Bostrom, *Superintelligence*

- Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*. 4th ed. University of Chicago Press, 2012.
- Dreyfus, Hubert L. *What Computers Can't Do*. Harper & Row, 1972. *Lectura central. La crítica fenomenológica más potente de la IA; tuvo razón sobre la GOFAI y sus argumentos sobre la corporalidad siguen sin resolución por parte de los LLMs.*
- Dennett, Daniel C. *Consciousness Explained*. Little, Brown, 1991. *Lectura central. La posición funcionalista / deflacionaria, contrapunto directo a Dreyfus; el debate Dreyfus–Dennett es el eje central de la filosofía de la IA.*
- Cartwright, Nancy. *How the Laws of Physics Lie*. Oxford University Press, 1983. *Lectura central. Los modelos idealizan, no describen; lectura clave para quienes construyen modelos de ML.*
- Russell, Stuart. *Human Compatible*. Viking, 2019. *Lectura central. El problema del alineamiento por uno de los fundadores del campo: por qué las máquinas que optimizan objetivos mal especificados son peligrosas.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford Symbolic Systems Program](#)
- [Stanford Phil 80 Mind, Matter, and Meaning](#)
- [MIT 24.09 Minds and Machines](#)
- [Oxford Philosophy of Mind](#)
- [Cambridge HPS](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Sistemas de Datos

Data Systems

Diseñar sistemas donde los datos sobrevivan al uso real: almacenamiento, consulta, transacciones, recuperación, replicación, migraciones, gobernanza y operación. La materia que hace explícito el sustrato que todo venture, servicio público, sistema de ML y dashboard de monitoreo necesita.

CONTENIDO / CONTENT

Modelo relacional, SQL avanzado, modelado de datos, normalización y diseño de esquemas. Índices, query planning, almacenamiento, logs, transacciones, aislamiento, concurrencia, recovery y backups. Replicación, particionamiento, consistencia, sistemas analíticos vs operacionales, data warehouses, lakehouses, pipelines, streaming, calidad de datos, linaje, migraciones, observabilidad, control de acceso, privacidad, retención, gobernanza y operación de datos bajo incidentes.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Kleppmann, Martin. *Designing Data-Intensive Applications*. O'Reilly, 2017.
- Ramakrishnan, Raghu, and Johannes Gehrke. *Database Management Systems*. 3rd ed. McGraw-Hill, 2003.
- Silberschatz, Abraham, Henry F. Korth, and S. Sudarshan. *Database System Concepts*. 7th ed. McGraw-Hill, 2019.
- Hellerstein, Joseph M., and Michael Stonebraker, eds. *Readings in Database Systems*. 5th ed. 2015. *Selecciones sobre arquitectura, transacciones, sistemas distribuidos y evolución del campo*.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [CMU 15-445/645 Database Systems](#)
- [MIT 6.5830 Database Systems](#)
- [Stanford CS 145 Data Management and Data Systems](#)
- [Berkeley CS 186 Introduction to Database Systems](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

LC

TP

Año 3, Síntesis

Finanzas, Dinero y Banca

Finance, Money and Banking

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender cómo se financian las cosas, cómo funciona el dinero, cómo se estructura el capital. Primera mitad: finanzas corporativas. Segunda mitad: sistemas monetarios, banca central, creación de crédito.

CONTENIDO / CONTENT

Estados financieros, valuación, estructura de capital, unit economics, fundraising. Sistemas monetarios, banca central, infraestructura de pagos. Bitcoin como caso de estudio de sistemas distribuidos aplicado al dinero.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Brealey, Richard A., Stewart C. Myers, and Franklin Allen. *Principles of Corporate Finance*. 14th ed. McGraw-Hill, 2022.
- Mehrling, Perry. *The New Lombard Street*. Princeton University Press, 2011.
- Ammous, Saifedean. *The Bitcoin Standard*. Wiley, 2018.
- Alden, Lyn. *Broken Money*. Timestamp Press, 2023.
- Minsky, Hyman P. *Stabilizing an Unstable Economy*. McGraw-Hill, 2008. *La inestabilidad financiera es endógena al capitalismo, no un shock externo: las fases hedge / especulativa / Ponzi explican cada crisis financiera desde su publicación.*
- Hayek, Friedrich A. “The Use of Knowledge in Society” and *Denationalisation of Money*. *El orden espontáneo del sistema de precios como mecanismo de coordinación del conocimiento disperso, y la propuesta radical de la competencia monetaria privada.*
- Hobart, Byrne, and Tobias Huber. *Bubbles and the End of Stagnation*. Stripe Press, 2024. *Las burbujas como motores del progreso, no solo fuerzas destructivas: cómo la energía especulativa impulsa la adopción tecnológica.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 15.401 Finance Theory](#)
- [Yale ECON 252 Financial Markets \(Robert Shiller\)](#)

- Stanford MS&E 246 Financial Risk Analytics

EVALUACIÓN / EVALUATION

OD TP

Diseño y Estrategia de Producto

Product Strategy and Design

OBJETIVO / OBJECTIVE

Decidir qué construir y para quién, y diseñarlo de modo que la gente lo use. La materia cubre la dimensión estratégica (mercado, posicionamiento, distribución, ventaja) y la dimensión de diseño (investigación de usuarios, prototipado, interacción, experimentación) como una sola disciplina, porque en la práctica lo son: estrategia sin diseño produce productos que nadie usa, diseño sin estrategia produce productos que no escalan.

CONTENIDO / CONTENT

Análisis competitivo, segmentación, tamaño de mercado, beachhead market, posicionamiento, diferenciación, efectos de red, costos de cambio, economías de escala y aprendizaje, unit economics, pricing, canales, distribución y estrategia de lanzamiento. Investigación de usuarios, entrevistas, observación contextual, jobs-to-be-done, journey maps, personas como hipótesis, definición de problemas y criterios de éxito. Arquitectura de información, flujos, prototipado, usabilidad, accesibilidad, onboarding, manejo de errores, diseño para fallas y diseño de interfaces con IA. Analítica de producto, experimentación, A/B testing y aprendizaje iterativo. Narrativa para inversores, usuarios y aliados.

La fusión es deliberada: la separación habitual entre estrategia y diseño es un artefacto de cómo están organizadas las business schools y las design schools, no un reflejo de cómo se construyen productos reales. El equipo que decide qué construir es el mismo que decide cómo construirlo. Esta materia entrena ambas decisiones a la vez. Conecta directamente con Studio VI.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Rumelt, Richard P. *Good Strategy Bad Strategy*. Crown Business, 2011.

- Christensen, Clayton M. *The Innovator's Dilemma*. Harvard Business Review Press, 1997.
- Ries, Eric. *The Lean Startup*. Crown Business, 2011.
- Norman, Donald A. *The Design of Everyday Things*. Basic Books, 2013.
- Cooper, Alan, Robert Reimann, and David Cronin. *About Face: The Essentials of Interaction Design*. 4th ed. Wiley, 2014.
- Bryar, Colin, and Bill Carr. *Working Backwards*. St. Martin's Press, 2021. *Cómo Amazon une estrategia, escritura, mecanismos operativos y diseño de producto en una sola práctica.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford CS 183 Startup](#)
- [Stanford d.school Design Thinking](#)
- [MIT 15.835 Entrepreneurial Marketing](#)
- [MIT Integrated Design and Management](#)
- [Carnegie Mellon Human-Computer Interaction](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Control, Observabilidad y Medición

Control, Observability and Measurement

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender feedback, estabilidad y observabilidad, y qué le hace la medición a las cosas que mide. La materia que une control de sistemas con la epistemología y la política de las métricas.

CONTENIDO / CONTENT

Teoría de control, análisis de estabilidad, diseño de controladores. Observabilidad: qué se puede y no se puede medir. Ley de Goodhart y ley de Campbell, cuándo una métrica deja de medir lo que dice medir. La política de las métricas: incentivos

perversos, gaming, captura. La diferencia entre medir y gestionar. Epistemología de los indicadores: qué construye una medición sobre el sistema medido.

Resiliencia: degradación grácil, recuperación, blast radius.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Åström, Karl J., and Richard M. Murray. *Feedback Systems*. Princeton University Press, 2008.
- Leveson, Nancy G. *Engineering a Safer World*. MIT Press, 2011.
- Meadows, Donella H. *Thinking in Systems*. Chelsea Green, 2008.
- Porter, Theodore M. *Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*. Princeton University Press, 1995. *La construcción histórica de la cuantificación como autoridad*.
- Muller, Jerry Z. *The Tyranny of Metrics*. Princeton University Press, 2018. *Por qué la gestión guiada por métricas distorsiona sistemáticamente aquello que dice optimizar*.
- Espeland, Wendy Nelson, and Mitchell L. Stevens. “Commensuration as a Social Process.” *Annual Review of Sociology*, 1998. *Volver commensurables las cosas es en sí mismo un acto político*.
- Goodhart, Charles. “Problems of Monetary Management” (1975) and Strathern’s later restatement: “*When a measure becomes a target, it ceases to be a good measure*.”

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford EE 263 Linear Dynamical Systems](#)
- [MIT 6.3100 Dynamical Systems and Control](#)
- [Caltech CDS 110 Introduction to Control](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Ética y Responsabilidad bajo Incertidumbre

Ethics and Responsibility under Uncertainty

OBJETIVO / OBJECTIVE

Trabajar sistemáticamente los casos difíciles. Un programa que forma personas para tomar decisiones que afectan a otros a escala necesita un espacio dedicado a la ética práctica.

CONTENIDO / CONTENT

Jonas, MacIntyre, Williams. Los tradeoffs trágicos son irreducibles. Toda decisión importante tiene una dimensión ética que no se resuelve con frameworks limpios.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Jonas, Hans. *The Imperative of Responsibility*. University of Chicago Press, 1984.
- MacIntyre, Alasdair. *After Virtue*. 3rd ed. University of Notre Dame Press, 2007.
- Williams, Bernard. *Ethics and the Limits of Philosophy*. Harvard University Press, 1985.
- Parfit, Derek. *Reasons and Persons*. Oxford University Press, 1984.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Oxford Practical Ethics](#)
- [Harvard Kennedy School Ethics and Public Policy](#)
- [Oxford PPE Philosophy component](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Laboratorio de Diseño Institucional

Institutional Design Laboratory

OBJETIVO / OBJECTIVE

Diseñar instituciones que sobrevivan al contacto con personas reales. La materia donde los estudiantes sintetizan el diseño de mecanismos, la teoría organizacional, la economía política y el razonamiento legal en arquitectura institucional.

CONTENIDO / CONTENT

Diagnóstico institucional: problema público o privado, actores, mandatos, recursos, restricciones legales, capacidades existentes y modos de falla. Diseño de reglas, incentivos, mecanismos de decisión, derechos de acceso, rendición de cuentas y enforcement. Gobernanza policéntrica, bienes comunes, diseño de mercados, procurement, regulación, legitimidad y captura. Diseño de monitoreo, métricas, auditoría, procedimientos de apelación, mantenimiento institucional y planes de transición. Cada estudiante produce una arquitectura institucional con supuestos explícitos, análisis de abusos, estrategia de implementación y defensa ante practicantes.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Ostrom, Elinor. *Governing the Commons*. Cambridge University Press, 1990.
- Roth, Alvin E. *Who Gets What, and Why*. Houghton Mifflin Harcourt, 2015.
- Williamson, Oliver E. *The Economic Institutions of Capitalism*. Free Press, 1985.
- Simon, Herbert A. *The Sciences of the Artificial*. 3rd ed. MIT Press, 1996. *Racionalidad limitada, satisficing, diseño como disciplina; Simon es el puente entre IA, economía y teoría organizacional.*
- Ostrom, Vincent. *The Intellectual Crisis in American Public Administration*. University of Alabama Press, 1973. *Policentrismo: el diseño institucional no es elegir entre jerarquía y mercado, hay un tercer camino de gobernanza policéntrica.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Elinor Ostrom Workshop, Indiana University](#)
- [Santa Fe Institute Complexity and Governance](#)
- [Oxford Blavatnik School of Government](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

PD TP

OBJETIVO / OBJECTIVE

Lograr cosas a través de otras personas cuando no tenés autoridad y la información es imperfecta, y coordinar organizaciones cuando los incentivos no se alinean solos. La materia combina la habilidad interpersonal de la negociación con la mirada estructural sobre cómo funcionan los equipos y las organizaciones.

CONTENIDO / CONTENT

Negociación distributiva e integrativa, BATNA, ZOPA, anclajes, concesiones, paquetes, compromisos creíbles y puntos focales. Negociación bajo información incompleta, asimetrías de poder, coaliciones, mediación y conflictos multiparte. Persuasión escrita y oral: framing, audiencia, evidencia, autoridad, confianza y timing. Liderazgo sin autoridad formal, conducción de reuniones difíciles, desacuerdo productivo y crisis communication. La organización como sistema de coordinación: principal-agente, costos de coordinación, delegación, hiring, performance management, cadencias operativas, postmortems y dinámica de equipos (confianza, conflicto, accountability, burnout). Casos de organizaciones que escalan, se burocratizan, se fragmentan o fallan bajo presión. Simulaciones y diagnósticos sobre equipos reales o simulados, con debrief.

La fusión es natural: no se puede liderar lo que no se entiende estructuralmente, ni negociar bien sin saber cómo funcionan las contrapartes como organizaciones.

*Principal-agente explica **por qué** tu equipo o tu contraparte no están haciendo lo que esperás; las técnicas de negociación y liderazgo dicen **qué hacer al respecto**. La materia conecta directamente con Studios IV, V y VI, donde aparecen contrapartes reales y dinámicas organizacionales bajo presión.*

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Fisher, Roger, William Ury, and Bruce Patton. *Getting to Yes*. Penguin Books, 2011.
- Voss, Chris. *Never Split the Difference*. Harper Business, 2016. *Negociación de un ex negociador de rehenes del FBI, técnicas de aplicación inmediata.*
- Schelling, Thomas C. *The Strategy of Conflict*. Harvard University Press, 1960. *Puntos focales y compromisos creíbles, puente entre teoría de juegos y negociación*

real.

- Grove, Andrew S. *High Output Management*. Random House, 1983.
- Horowitz, Ben. *The Hard Thing About Hard Things*. Harper Business, 2014.
- MacIntyre, Alasdair. *After Virtue*. 3rd ed. University of Notre Dame Press, 2007. *Por qué el liderazgo no se puede apoyar en frameworks éticos universales y necesita un juicio situado.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Harvard Program on Negotiation](#)
- [MIT Sloan 15.665 Power and Negotiation](#)
- [Stanford MS&E 280 Organizational Behavior](#)
- [INSEAD Organisational Behaviour](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Sistemas Embebidos e Interacción Física

Embedded Systems and Physical Interaction

OBJETIVO / OBJECTIVE

Construir sistemas que interactúen con el mundo físico. La materia que cierra la brecha entre el software y el hardware: sensores, actuadores, microcontroladores, comunicación en tiempo real, y las restricciones físicas que un sistema embebido impone sobre el diseño.

CONTENIDO / CONTENT

Microcontroladores y plataformas embebidas (Arduino, ESP32, Raspberry Pi). Sensores e instrumentación, actuadores y control. Comunicación: I2C, SPI, UART, redes inalámbricas. Sistemas en tiempo real, latencia y determinismo. Restricciones físicas: consumo energético, disipación térmica, robustez electromagnética. Inferencia en el borde (edge ML) para sistemas con presupuesto computacional acotado. Conexión con la materia de Física I y con el componente físico de Studio II.

El programa tiene la doble sede de Ciencias Económicas e Ingeniería; la profundidad técnica en sistemas físicos forma parte de lo que la dimensión de Ingeniería compromete a entregar. La materia conecta los fundamentos físicos del Año 1 con la práctica de construir sistemas que importan en el mundo real, no solamente en el navegador.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Lee, Edward A., and Sanjit A. Seshia. *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach*. 2nd ed. MIT Press, 2017. *El texto de referencia para sistemas ciberfísicos a nivel universitario; combina rigor formal con práctica de diseño.*
- Horowitz, Paul, and Winfield Hill. *The Art of Electronics*. 3rd ed. Cambridge University Press, 2015. *El texto canónico de electrónica para ingenieros que necesitan diseñar circuitos reales, no solamente analizarlos.*
- Warren, Henry S. *Hacker's Delight*. 2nd ed. Addison-Wesley, 2012. *Operaciones a nivel de bits, optimización de bajo nivel; útil para programar microcontroladores con recursos limitados.*
- Banzi, Massimo, and Michael Shiloh. *Getting Started with Arduino*. 3rd ed. Maker Media, 2014.
- Warden, Pete, and Daniel Situnayake. *TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers*. O'Reilly, 2019. *Inferencia de ML en microcontroladores; conecta Deep Learning con sistemas embebidos reales.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 6.S08 Interconnected Embedded Systems](#)
- [Berkeley EECS 149 Introduction to Embedded Systems](#)
- [Stanford CS 149 Parallel Computing](#)
- [ETH Zurich Embedded Systems](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Sistemas Complejos

Complex Systems

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender cómo el orden, el caos y la estructura emergen de la interacción de agentes simples, y por qué los sistemas complejos se resisten a la predicción y al control centralizado.

CONTENIDO / CONTENT

Comportamiento emergente, redes complejas, modelos basados en agentes, transiciones de fase, autoorganización, power laws, coevolución. Los patrones de complejidad atraviesan dominios.

Conecta todo: Biología (Año 1) con Economía (Año 1–2) con Redes (Año 2) con Instituciones (Año 2) con Riesgo y fat tails (Año 2). Los patrones de complejidad atraviesan los dominios: la falla en cascada de una red eléctrica, una corrida bancaria, una epidemia y un colapso institucional son el mismo fenómeno visto desde distintas disciplinas.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Mitchell, Melanie. *Complexity: A Guided Tour*. Oxford University Press, 2009.
- Barabási, Albert-László. *Network Science*. Cambridge University Press, 2016.
- Miller, John H., and Scott E. Page. *Complex Adaptive Systems*. Princeton University Press, 2007.
- West, Geoffrey. *Scale*. Penguin Press, 2017. *Leyes universales de escala en biología, ciudades y economías: los mismos patrones matemáticos aparecen en sistemas radicalmente distintos, desde tasas metabólicas hasta innovación urbana.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Santa Fe Institute Complexity Explorer](#)
- [MIT 18.354 Nonlinear Dynamics](#)
- [Oxford Complex Systems](#)
- [Barabási Network Science](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

Teoría de la Decisión

Decision Theory

OBJETIVO / OBJECTIVE

Unificar la maquinaria formal de tomar decisiones bajo incertidumbre. La materia que formaliza el juicio. AGI puede optimizar una función objetivo dada. La pregunta humana es: ¿cuál es la función objetivo correcta?

CONTENIDO / CONTENT

Teoría de utilidad esperada y sus límites, actualización bayesiana, valor de la información, decisiones secuenciales, multi-criteria decision making, incertidumbre knightiana, robust decision making.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Raiffa, Howard. *Decision Analysis*. Addison-Wesley, 1968.
- Savage, Leonard J. *The Foundations of Statistics*. Wiley, 1954. *Los axiomas fundacionales de la decisión bajo incertidumbre*.
- Kahneman, Daniel. *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux, 2011.
- Gigerenzer, Gerd. *Gut Feelings: The Intelligence of the Unconscious*. Viking, 2007. *Heurísticas rápidas que superan a los modelos formales en entornos inciertos, contrapunto empírico a la teoría de la utilidad esperada*.
- Tetlock, Philip E., and Dan Gardner. *Superforecasting*. Crown, 2015. *La práctica disciplinada de la predicción calibrada, conecta directamente con la actualización bayesiana*.
- Simon, Herbert A. *Models of Bounded Rationality*. MIT Press, 1982. *Por qué los agentes reales satisfacen en lugar de optimizar*.
- Williams, Bernard. *Ethics and the Limits of Philosophy*. Harvard University Press, 1985. *Los tradeoffs trágicos son irreducibles: toda decisión importante tiene una dimensión ética que ningún framework limpio resuelve*.

- Jonas, Hans. *The Imperative of Responsibility*. University of Chicago Press, 1984. *Ética para sociedades tecnológicas, el principio de responsabilidad hacia las generaciones futuras como restricción sobre las decisiones presentes*.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford MS&E 250 Decision Analysis](#)
- [Harvard Kennedy School Decision Science](#)
- [Oxford PPE Philosophy component](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Escritura Avanzada en Español

Advanced Writing in Spanish

OBJETIVO / OBJECTIVE

Dominar la escritura analítica y argumentativa en español. Para personas que operarán en América Latina, la capacidad de escribir con precisión en español no es secundaria, es central.

CONTENIDO / CONTENT

Ensayo analítico, memo ejecutivo, nota técnica, informe institucional, discurso breve, columna pública y explicación para audiencias no especialistas. Estructura argumental, tesis, evidencia, ritmo, precisión léxica, traducción conceptual entre jerga técnica y español público, edición línea por línea y reescritura profunda. Uso de IA para borradores, contraargumentos y edición, con responsabilidad completa del autor. El portfolio exige varias versiones de un mismo texto, registro de decisiones editoriales y defensa oral de estilo, estructura y evidencia.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Borges, Jorge Luis. Selected essays on precision and style.
- Walsh, Rodolfo. Selected political and journalistic writing.
- Martínez Estrada, Ezequiel. *Radiografía de la Pampa*. Losada, 1933.
- Cortázar, Julio. Selected essays on structure and form.

Métodos de Investigación, Medición y Diseño Experimental

Research Methods, Measurement and Experimental Design

OBJETIVO / OBJECTIVE

Construir, medir y defender afirmaciones con evidencia. La materia que vuelve operativa la pregunta '¿cómo sé que esto es verdad?' Esencial cuando la IA puede generar texto convincente pero no puede generar evidencia.

CONTENIDO / CONTENT

Formulación de hipótesis y preguntas de investigación tratables. Diseño experimental clásico: control, aleatorización, replicación, balance, potencia y tamaño muestral. Diseños cuasi-experimentales: discontinuidad, diferencias-en-diferencias, variables instrumentales a nivel de proyecto. Validez interna, externa, de constructo y de medición. Operacionalización: ¿qué se mide?, ¿qué se está midiendo realmente? Reproducibilidad, pre-registro, ciencia abierta, datos abiertos, código abierto, reportes transparentes. Lectura crítica de papers, identificación de estudios débiles, meta-análisis. Comunicación científica: estructura del paper, peer review, respuesta a revisores. Ética de la investigación: consentimiento, IRB, integridad, conflictos de interés. Casos: A/B tests en producto, evaluación de políticas, ensayos clínicos, replicación de hallazgos en ML.

La materia es operativa, no filosófica: Epistemología (Año 2) plantea los límites del conocimiento, esta materia construye las herramientas. Pareada con Control, Observabilidad y Medición (Año 3 A): aquella mira la medición desde el sistema controlado, esta mira la medición desde el reclamo de evidencia. Conecta con todo Studio: hipótesis defendibles, mediciones que cuentan, replicabilidad de resultados, postmortems honestos.

- Shadish, William R., Thomas D. Cook, and Donald T. Campbell. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin, 2002.
- Montgomery, Douglas C. *Design and Analysis of Experiments*. 10th ed. Wiley, 2019.
- Booth, Wayne C., Gregory G. Colomb, Joseph M. Williams, Joseph Bizup, and William T. FitzGerald. *The Craft of Research*. 4th ed. University of Chicago Press, 2016.
- Bergstrom, Carl T., and Jevin D. West. *Calling Bullshit: The Art of Skepticism in a Data-Driven World*. Random House, 2020. *Lectura crítica en la era de la IA y los datos masivos: cómo distinguir señal de bullshit confiado*.
- Ritchie, Stuart. *Science Fictions: How Fraud, Bias, Negligence, and Hype Undermine the Search for Truth*. Metropolitan Books, 2020. *Crisis de replicación contemporánea, contexto de por qué los métodos importan operativamente*.

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford GSB Methodology of Empirical Research](#)
- [MIT 14.310x Data Analysis for Social Scientists](#)
- [Berkeley D-Lab Computational Social Science](#)
- [Center for Open Science training](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Optimización Aplicada y Métodos Numéricos

Applied Optimization and Numerical Methods

OBJETIVO / OBJECTIVE

Modelar problemas reales como problemas de optimización y resolverlos numéricamente con responsabilidad: saber qué método aplica, qué supuestos exige, qué errores introduce y cuándo el resultado es confiable. La materia que

provee la columna técnica que ML, finanzas, control, operaciones e investigación asumen.

CONTENIDO / CONTENT

Álgebra lineal numérica: estabilidad, condicionamiento, descomposiciones (LU, QR, SVD, Cholesky), métodos iterativos. Optimización convexa y no convexa: gradiente, Newton, cuasi-Newton, métodos de punto interior, restricciones, dualidad, multiplicadores de Lagrange. Programación lineal y entera, simplex, ramificación y acotación, relajaciones. Flujos en redes, scheduling, routing, asignación, problemas de transporte. Métodos estocásticos: Monte Carlo, MCMC, simulación de eventos discretos, optimización estocástica. Análisis de sensibilidad, robustez, estabilidad numérica y trampas computacionales. Casos: planificación de recursos, decisiones bajo restricciones reales, calibración de modelos, simulación de sistemas operativos y físicos.

La materia es deliberadamente práctica: el objetivo no es ser optimizador profesional, sino que cuando aparezca un problema operativo (planificar rutas, asignar recursos, calibrar un modelo, simular un sistema) el estudiante sepa modelarlo, elegir el método, ejecutarlo numéricamente sin engañarse y juzgar la solución. Conecta con Algoritmos, Complejidad y Optimización (que provee la base teórica), Procesos Estocásticos y Riesgo (que provee la dimensión probabilística), Finanzas (modelos de cartera y de riesgo), Machine Learning (entrenamiento como optimización) y los Studios donde aparecen restricciones físicas y operativas reales.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Nocedal, Jorge, and Stephen J. Wright. *Numerical Optimization*. 2nd ed. Springer, 2006.
- Trefethen, Lloyd N., and David Bau III. *Numerical Linear Algebra*. SIAM, 1997.
- Bertsimas, Dimitris, and John N. Tsitsiklis. *Introduction to Linear Optimization*. Athena Scientific, 1997.
- Hillier, Frederick S., and Gerald J. Lieberman. *Introduction to Operations Research*. 11th ed. McGraw-Hill, 2021.

- Boyd, Stephen, and Lieven Vandenberghe. *Convex Optimization*. Cambridge University Press, 2004. *Texto compartido con Algoritmos, Complejidad y Optimización; aquí el énfasis está en métodos numéricos y aplicación.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [MIT 15.053 Optimization Methods in Management Science](#)
- [Stanford EE364B Convex Optimization II](#)
- [CMU 10-725 Convex Optimization](#)
- [Caltech ACM 113 Mathematical Optimization](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION



Año 3.5, Salida

Cultura, Legitimidad y Normas

Culture, Legitimacy and Norms

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entender las estructuras no formales que sostienen a los sistemas, o los desgarran. La cultura popular es donde una sociedad procesa sus ansiedades sobre el futuro.

CONTENIDO / CONTENT

Análisis de cómo las normas culturales, las pretensiones de legitimidad y las expectativas sociales moldean el comportamiento institucional. Incluye canon de anime y ciencia ficción tratados como material primario de análisis: Neon Genesis Evangelion, Ghost in the Shell, Foundation, Neuromancer.

Estas obras no son entretenimiento: son artefactos culturales que articulan las tensiones entre tecnología, instituciones, identidad y poder de un modo que los papers académicos no logran. La IA escribe análisis culturales convincentes pero superficiales, los estudiantes exponen los supuestos faltantes y conectan las narrativas culturales con la estabilidad sistémica.

CANON DE ANÁLISIS

Anime:

- *Neon Genesis Evangelion*, tecnología, instituciones disfuncionales (NERV), responsabilidad individual bajo presión institucional y límites del control humano sobre sistemas que no entendemos.
- *Serial Experiments Lain*, identidad, realidad y disolución de la frontera entre lo digital y lo humano; filosofía de la mente disfrazada de anime.
- *Ghost in the Shell*, conciencia en un mundo de cuerpos artificiales; conecta directamente con Epistemología y los Límites de la IA.
- *Ergo Proxy*, sociedades post-colapso, gobernanza autoritaria y qué significa ser humano cuando las máquinas son conscientes.
- *Akira*, tecnología, poder estatal y destrucción.

Ciencia ficción:

- Asimov, *Foundation*, psicohistoria: ¿puede predecirse y diseñarse el comportamiento de sistemas complejos a escala social? Conecta directamente con Sistemas Complejos.
- Asimov, "The Last Question", entropía, información y límites de la computación.
- Gibson, *Neuromancer*, inventó el concepto de ciberespacio; define la estética de la relación humano-máquina.
- Dick, *Do Androids Dream of Electric Sheep?* / *Blade Runner*, la empatía como prueba de humanidad.
- *Black Mirror* (episodios seleccionados), consecuencias no intencionales de la tecnología.
- *The Matrix*, simulación, realidad y la Habitación China convertida en cine.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Douglas, Mary. *How Institutions Think*. Syracuse University Press, 1986.
- Bourdieu, Pierre. *The Logic of Practice*. Stanford University Press, 1990.
- Henrich, Joseph. *The WEIRDest People in the World*. Farrar, Straus and Giroux, 2020.

- Fisher, Mark. *Ghosts of My Life*. Zero Books, 2014. *Hauntología, la cultura como repetición de futuros cancelados; el marco teórico para analizar por qué seguimos procesando las mismas ansiedades tecnológicas.*
- Han, Byung-Chul. *The Burnout Society and Psychopolitics*. Stanford University Press, 2015 / Verso, 2017. *El control ya no es disciplinario sino que opera a través de la autoexplotación y el rendimiento; los estudiantes lo van a vivir.*
- Girard, René. *Violence and the Sacred*. Johns Hopkins University Press, 1977. *Mímesis, chivos expiatorios, la violencia fundante de toda cultura; explica las dinámicas de las redes sociales y la formación de consensos mejor que cualquier sociólogo contemporáneo.*
- Illich, Ivan. *Tools for Conviviality*. Harper & Row, 1973. *Las instituciones se vuelven contraproducentes pasado cierto umbral; meta-relevante: los estudiantes están en un programa educativo que debería hacerse esta pregunta.*
- Debord, Guy. *The Society of the Spectacle*. Zone Books, 1994. *La mediación total de la experiencia por las imágenes, escrita en 1967, describe el 2025 mejor que cualquier análisis contemporáneo.*
- Weber, Max. *The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism*. 1905. *Cómo las ideas religiosas dieron forma al comportamiento económico, fundacional para entender las bases culturales del capitalismo moderno.*
- Siedentop, Larry. *Inventing the Individual*. Belknap Press, 2014. *Genealogía del individualismo occidental desde el cristianismo temprano, contexto imprescindible para los debates sobre conciencia, subjetividad y autonomía.*
- O'Neil, Cathy. *Weapons of Math Destruction*. Crown, 2016. *Cómo los algoritmos codifican y amplifican la desigualdad, la cultura de la opacidad algorítmica.*
- Zuboff, Shoshana. *The Age of Surveillance Capitalism*. PublicAffairs, 2019. *La extracción de datos conductuales como nueva forma de acumulación de capital, la cultura de la vigilancia normalizada.*

CURSOS DE REFERENCIA / REFERENCE COURSES

- [Stanford Anthropology and Cultural Analysis](#)

- [MIT Comparative Media Studies](#)
- [École Polytechnique HSS, Humanités et Sciences Sociales](#)
- [Cambridge Social Anthropology](#)

EVALUACIÓN / EVALUATION

OD

TP

Seminario Fundacional: IA, Juicio y Responsabilidad

Founding Seminar: AI, Judgment and Responsibility

OBJETIVO / OBJECTIVE

El argumento fundacional del programa, dado explícitamente después de tres años de haberlo vivido. Qué cambia con la IA, qué no cambia, qué es el juicio, por qué la legitimidad importa.

CONTENIDO / CONTENT

Síntesis final del programa. Qué automatiza la IA y qué desplaza en la economía del conocimiento. Juicio: decisión bajo incertidumbre, objetivos mal especificados, responsabilidad por consecuencias y capacidad de decir no. Legitimidad: confianza, autoridad, explicación pública, instituciones y consentimiento de los afectados. Alineamiento, fallas de especificación, delegación a sistemas opacos, automation bias y accountability. Discusión de casos: sistemas públicos automatizados, modelos fundacionales, decisiones médicas o financieras, infraestructura crítica y ventures construidos en Studio VI. El seminario culmina en una posición defendida públicamente sobre qué debe seguir siendo responsabilidad humana.

TEXTOS PRINCIPALES / PRIMARY TEXTS

- Russell, Stuart. *Human Compatible*. Viking, 2019.
- Dreyfus, Hubert L. *What Computers Can't Do*. Harper & Row, 1972.
- Jonas, Hans. *The Imperative of Responsibility*. University of Chicago Press, 1984.
- Christian, Brian. *The Alignment Problem*. W. W. Norton, 2020.

OD

TP

Electiva Guiada

Guided Elective

OBJETIVO / OBJECTIVE

Una materia electiva en un área de profundización elegida por el estudiante en consulta con el cuerpo docente. El formato, los textos y la evaluación los define el docente supervisor.

EVALUACIÓN / EVALUATION

A definir

Descripciones de los Studios

Los Studios son la columna vertebral del programa. No son materias. Son proyectos de dieciséis semanas con entregables reales, equipos reales, restricciones reales y rendición de cuentas real. Todos los Studios culminan en una defensa pública ante un panel que incluye revisores externos.

STUDIO I, AÑO 1, BLOQUES A+B

Escritura y Oratoria / Writing and Rhetoric

OBJETIVO / OBJECTIVE

Entrenar formalmente las habilidades de comunicación escrita y oral sobre las que todo lo demás en el programa descansa.

Ejemplo concreto. Un ensayo de 4000 palabras que defienda una posición disputada sobre gobernanza de IA, con historial de revisión completo (borradores, devoluciones de pares, reescrituras) y una defensa oral grabada ante un panel que incluye al menos un revisor externo.

ESTRUCTURA / STRUCTURE

Énfasis en escritura durante las primeras ocho semanas. Énfasis oral durante las segundas ocho semanas. Ambas se practican durante todo el Studio. El material proviene de las materias cursadas en simultáneo: los estudiantes escriben y presentan sobre contenido real, no sobre ejercicios abstractos.

ENTREGABLES / DELIVERABLES

- Portfolio de ensayos reescritos con historia completa de revisión: borradores originales, feedback recibido y reescrituras
- Presentaciones orales grabadas con autoevaluación

- Memo de responsabilidad sobre afirmaciones, evidencia usada y límites de lo que el equipo puede defender
- Defensa oral final sin notas

EVALUACIÓN / EVALUATION

WP, Portfolio escrito con historia de revisiones

Presentaciones grabadas con autoevaluación

CRITERIOS / CRITERIA

- Claridad del argumento y trazabilidad de la evidencia
- Capacidad de reconocer incertidumbre y límites
- Responsabilidad por afirmaciones que afectan a terceros

PROGRAMAS DE REFERENCIA / REFERENCE PROGRAMS

Stanford PWR Program in Writing and Rhetoric · MIT CI-H
Communication Intensive · Harvard Bok Center Writing Program

STUDIO II, AÑO 1, BLOQUES C+D

Construir y Romper / Build and Break

OBJETIVO / OBJECTIVE

Construir un sistema con componente físico obligatorio. Otro equipo lo ataca. Los roles rotan.

Ejemplo concreto. Un sistema funcional de sensor más actuador que responde a una entrada física, por ejemplo un controlador de riego con sensores de humedad para una plaza pública, acompañado de un modelo de amenazas que documente al menos tres modos de falla y un postmortem escrito por el equipo que lo atacó.

ESTRUCTURA / STRUCTURE

Equipos de 4 a 5 estudiantes. Un equipo construye y otro ataca. Los roles rotan en el punto medio. El componente físico es obligatorio: el sistema debe medir, mover o interactuar con algo tangible. La IA asiste a ambos lados.

ENTREGABLES / DELIVERABLES

- Documento de especificación
- Plan de pruebas
- Prototipo funcional con componente físico
- Bitácora de mediciones
- Modelo de amenazas
- Reporte de incidente
- Reporte de falla
- Postmortem y retrospectiva de equipo

EVALUACIÓN / EVALUATION

PD, Defensa pública de un sistema funcional

CRITERIOS / CRITERIA

- Correspondencia entre especificación, pruebas y comportamiento observado
- Calidad de medición e instrumentación
- Tratamiento explícito de modos de falla, usuarios afectados y riesgos físicos

PROGRAMAS DE REFERENCIA / REFERENCE PROGRAMS

MIT 6.S08 Interconnected Embedded Systems · Caltech ME/EE 75
Projects in Experimental Engineering · UCL Integrated Engineering
Programme

Fiabilidad Bajo Presión / Reliability Under Pressure

OBJETIVO / OBJECTIVE

Operar un sistema bajo condiciones simuladas de producción. Definir SLOs, construir monitoreo, manejar incidentes, ejecutar rollbacks, escribir postmortems.

Ejemplo concreto. Un servicio web monitoreado que corre durante 8 semanas bajo carga simulada de producción, con SLOs explícitos, un cronograma de guardia, al menos un incidente provocado con postmortem escrito y un procedimiento de rollback documentado y ensayado.

ENTREGABLES / DELIVERABLES

- Objetivos de nivel de servicio (SLOs)
- Plan de pruebas de fiabilidad
- Dashboard de monitoreo
- Registros de incidentes
- Procedimiento de rollback documentado y ensayado
- Postmortems
- Retrospectiva de coordinación de equipo

EVALUACIÓN / EVALUATION

PD, Defensa simulando una revisión post-incidente

CRITERIOS / CRITERIA

- Realismo de SLOs y alertas
- Calidad de respuesta ante incidentes y comunicación con usuarios afectados
- Honestidad técnica del postmortem y medidas preventivas

Google Site Reliability Engineering methodology · MIT distributed systems labs

STUDIO IV, AÑO 2, BLOQUES C+D

Diseño de Sistemas Institucionales / Institutional Systems Design

OBJETIVO / OBJECTIVE

Diseñar un sistema que cruce fronteras técnicas e institucionales. La IA simula comportamiento de reguladores, atacantes y usuarios.

Ejemplo concreto. Un documento completo de diseño institucional para un problema del mundo real, por ejemplo un sistema de identidad digital para un gobierno municipal hipotético, que incluya análisis de incentivos, mapa de actores, evaluación de viabilidad regulatoria y una revisión adversarial (red team) por parte de otro equipo.

ENTREGABLES / DELIVERABLES

- Documento de requisitos
- Análisis de incentivos
- Mapa de actores y usuarios afectados
- Especificación formal parcial
- Plan de monitoreo
- Análisis de abuso y captura institucional
- Evaluación de viabilidad financiera
- Defensa pública

EVALUACIÓN / EVALUATION

PD, Defensa pública ante panel con practicantes del dominio institucional relevante

CRITERIOS / CRITERIA

- Coherencia entre diseño técnico, incentivos y restricciones institucionales
- Tratamiento de legitimidad, actores afectados y posibles abusos
- Viabilidad operativa, financiera y regulatoria

PROGRAMAS DE REFERENCIA / REFERENCE PROGRAMS

Oxford Blavatnik School of Government capstone projects · Harvard Kennedy School policy exercises

STUDIO V, AÑO 3, BLOQUES A+B

Sistema Crítico bajo Restricciones / Critical System Under Constraints

OBJETIVO / OBJECTIVE

Diseñar y construir parcialmente un sistema que opere bajo restricciones reales, regulatorias, financieras, de seguridad o éticas. La restricción es el punto.

Ejemplo concreto. Un sistema crítico parcialmente implementado, por ejemplo un protocolo de escrutinio electoral o un mecanismo de liquidación financiera, con verificación formal de al menos una propiedad, un análisis de riesgos, un plan presupuestario y un reporte de red team al que el equipo responde.

ENTREGABLES / DELIVERABLES

- Análisis de riesgos
- Plan de verificación
- Matriz de pruebas
- Márgenes de seguridad
- Diseño de monitoreo
- Reporte de red team
- Presupuesto y plan de recursos

- Diseño revisado en respuesta a los hallazgos del red team
- Retrospectiva de equipo

EVALUACIÓN / EVALUATION

PD, Defensa pública con hallazgos del red team como insumo adversarial

CRITERIOS / CRITERIA

- Rigor de verificación y evidencia de prueba
- Tratamiento explícito de consecuencias de falla y usuarios afectados
- Respuesta técnica a hallazgos adversariales y límites de seguridad

PROGRAMAS DE REFERENCIA / REFERENCE PROGRAMS

MIT capstone engineering projects · Caltech senior thesis projects · UCL IEP final projects

STUDIO VI, AÑO 3, BLOQUES C+D + AÑO 3.5

Venture from Zero / Venture from Zero

OBJETIVO / OBJECTIVE

Crear una empresa real durante 16 semanas, bajo restricciones legales, financieras, organizacionales y regulatorias genuinas. No es una simulación. Los equipos constituyen legalmente una sociedad, construyen un MVP, buscan clientes reales, venden o demuestran demanda verificable, cobran cuando corresponde, miden, iteran y rinden cuentas por las decisiones tomadas. La justificación pedagógica no es la cultura startup sino la prueba integrada de operar bajo restricciones reales.

Ejemplo concreto. Una sociedad legalmente constituida con un MVP funcional, entrevistas y evidencia de demanda real, primeros clientes o pilotos, modelo financiero, cap table inicial, registro escrito de decisiones y un pitch defendido ante un panel con inversores, emprendedores y revisores técnicos.

ESTRUCTURA / STRUCTURE

Las primeras semanas cubren mecánicas operativas de creación de empresas: constitución legal, cap table, fundraising, primeros clientes, contabilidad básica, compliance e impuestos. No se enseñan en abstracto: se ejecutan inmediatamente como parte del lanzamiento del venture. El Studio integra todo lo aprendido en tres años: habilidades técnicas, diseño, instituciones, finanzas, comunicación y liderazgo.

ENTREGABLES / DELIVERABLES

- Empresa constituida o en proceso de constitución
- MVP funcional
- Evidencia de demanda real: clientes que pagan, pilotos, cartas de intención o uso documentado
- Modelo financiero actualizado, cap table inicial y registro documentado de decisiones
- Checklist operativo: contabilidad, compliance, impuestos, soporte y responsabilidades
- Registro de riesgos legales, financieros, técnicos y reputacionales
- Reporte de uso de IA
- Reporte de red team por pares
- Postmortem completo
- Defensa pública final ante revisores técnicos, institucionales, emprendedores e inversores

EVALUACIÓN / EVALUATION

PD, Defensa pública final ante inversores, emprendedores y revisores técnicos o institucionales

CRITERIOS / CRITERIA

- Evidencia verificable de demanda y aprendizaje
- Responsabilidad legal, financiera, operativa y de uso de IA
- Legitimidad del venture frente a clientes, usuarios afectados y revisores externos

PROGRAMAS DE REFERENCIA / REFERENCE PROGRAMS

Y Combinator Startup School · Stanford CS 183 Startup · MIT delta v
accelerator · Entrepreneur First

Admisiones

11.1 Para quién es este programa

Esta carrera no es para cualquiera. Es para un tipo específico de persona: alguien que encuentra los límites disciplinarios tradicionales más frustrantes que reconfortantes. Alguien que ya construyó algo, un programa, una comunidad, un emprendimiento, un argumento, y quiere entender más a fondo por qué funcionó o falló. Alguien que lee a través de los campos sin que se lo pidan. Alguien que es honesto sobre lo que no sabe y preciso sobre lo que sí sabe. Alguien que quiere operar en el mundo, no solamente describirlo.

La cohorte es deliberadamente pequeña, entre 30 y 40 estudiantes por camada que ingresa. Esta no es una restricción de escalamiento. Es un requisito pedagógico. La formación ocurre en relación con otras personas. La cultura que se desarrolla cuando un grupo pequeño comparte tres años y medio de presión intelectual sostenida no se puede replicar a escala.

11.2 El proceso de selección en tres etapas

Etapa 1, Postulación escrita

Dos ensayos. El primero describe un sistema que el postulante haya observado, construido o roto, desde un barrio hasta una pieza de software o un emprendimiento familiar. Los evaluadores buscan la capacidad de ver estructura, identificar modos de falla y razonar sobre causalidad. El segundo aborda qué cosas creen que la IA cambia y qué cosas no. Esto filtra a personas que efectivamente

pensaron sobre la premisa fundacional del programa, en lugar de aquellas que solo quieren un título prestigioso. Los antecedentes académicos se revisan como contexto, no como filtro principal.

Etapa 2, Examen cuantitativo y lógico

Un examen de tres horas construido a propósito. Cuatro secciones:

- **Razonamiento matemático y estimación**, problemas de orden de magnitud, deducción lógica, pensamiento combinatorio, probabilidad básica. Pone a prueba cómo piensa una persona, no qué memorizó.
- **Razonamiento formal**, acertijos lógicos, análisis de argumentos, identificación de inferencias inválidas.
- **Pensamiento computacional**, sin requerimientos de sintaxis. Pseudocódigo, pensamiento algorítmico, depuración de un proceso descrito.
- **Lectura analítica**, un texto corto y denso, científico o filosófico, seguido de preguntas que requieren extraer el argumento, identificar supuestos y evaluar la evidencia.

El examen no presupone que todos los postulantes hayan cursado cálculo de manera confiable en la escuela secundaria. Sí exige soltura con álgebra elemental, funciones, manipulación simbólica, estimación, proporcionalidad, lectura de gráficos y razonamiento matemático. El programa se hace cargo del cálculo desde el primer bloque; lo que la admisión verifica es que el estudiante pueda entrar a ese ritmo sin convertir el primer año en una remediación.

Etapa 3, Entrevista oral

Treinta minutos. Mínimo dos entrevistadores.

- **Diez minutos defendiendo el ensayo escrito**, los entrevistadores presionan, proponen contraejemplos, preguntan qué se omitió. Pone a prueba la honestidad intelectual y la comodidad con no saber.
- **Diez minutos sobre un problema en vivo**, un escenario con información incompleta, razonando en voz alta. Puede ser una estimación de Fermi, una

pregunta de diseño de sistemas, un dilema ético. La respuesta no es el punto. El pensamiento sí lo es.

- **Diez minutos de conversación genuina**, qué están leyendo, qué problema los obsesiona, qué construyeron.

11.3 Qué selecciona el proceso

El proceso está diseñado para encontrar personas que razonen con precisión bajo incertidumbre, sean honestas sobre lo que no saben, piensen en sistemas con naturalidad y tengan alguna evidencia de hacer o construir cosas. Las notas del secundario son una señal entre muchas. Algunos de los mejores postulantes van a tener antecedentes académicos dispares porque estaban dedicando su tiempo a construir cosas. El proceso está diseñado para encontrarlos.

11.4 Sin CBC

Los estudiantes admitidos a este programa no pasan por el CBC. El proceso de admisión selectivo del programa, con sus tres etapas y sus exigencias explícitas de razonamiento matemático y pensamiento computacional, cumple la misma función que un año fundacional, asegurando que los estudiantes admitidos lleguen con los prerrequisitos para el exigente primer año del programa. El cálculo no se delega al secundario ni al CBC: se enseña dentro de la carrera desde Año 1, Bloque A, pero sobre una base de razonamiento y álgebra que la admisión sí debe verificar.

Perfil del graduado

12.1 Lo que pueden hacer los graduados

Un graduado de este programa puede:

- Identificar un problema real y formularlo con precisión
- Construir una solución funcional con código, matemática y diseño institucional
- Construir, desplegar y evaluar sistemas de ML e IA
- Diseñar productos que la gente efectivamente usa
- Leer un balance, modelar un negocio y crear una empresa
- Diseñar estructuras de incentivos y arquitecturas institucionales
- Razonar sobre las restricciones físicas y biológicas de los sistemas
- Reconocer patrones de complejidad entre dominios
- Cuestionar los fundamentos epistémicos de sus propios modelos
- Negociar, persuadir y construir coaliciones sin autoridad formal
- Liderar equipos y tomar decisiones impopulares
- Escribir con claridad y hablar con convicción en español y en inglés
- Usar la IA para moverse rápido sin perder el juicio
- Moverse en entornos regulatorios y políticos
- Razonar sobre obligaciones éticas y asignar responsabilidades
- Lanzar cosas, medir resultados y corregir el rumbo
- Hacerse responsables cuando importa

12.2 Adónde van los graduados

El programa no produce un único tipo de carrera; produce una formación que se realiza de varias maneras. Las cinco trayectorias que siguen no son orientaciones del plan de estudios, todos los estudiantes cursan el mismo programa, sino los perfiles ocupacionales para los que la formación prepara de modo natural. La mayoría de los graduados se va a mover entre dos o más a lo largo de su carrera.

Una de las trayectorias más comunes y deliberadamente preparadas es continuar en estudios de posgrado en el exterior. La estructura de tres años y medio está diseñada para liberar a los egresados a programas de maestría o doctorado de primer nivel internacional todavía en sus primeros veinte, donde pueden profundizar a nivel de investigación en la disciplina que elijan. Esa profundización no es una salida secundaria al diseño del programa, es la trayectoria que el diseño anticipa.

1. Fundadores y operadores de empresas tecnológicas

Crear empresas que combinan profundidad técnica con disciplina organizacional. Studio VI, Venture from Zero, es la preparación directa: incorporación legal, MVP, primeros clientes, fundraising. Las materias de Estrategia, Producto, Comportamiento Organizacional, Negociación, Finanzas, Diseño de Producto y Sistemas de Datos dan la base operativa; Algoritmos, ML, Deep Learning, Programación de Sistemas y Sistemas Distribuidos dan la profundidad técnica para construir lo que la empresa requiere. Destinos típicos: fundadores de startups, primeros empleados técnicos en empresas en etapa temprana, operadores que escalan productos.

2. Liderazgo técnico y de producto en organizaciones intensivas en IA

Roles donde la decisión sobre qué construir y cómo construirlo es tan crítica como la implementación. Las materias de Deep Learning y Modelos Fundacionales, Epistemología y Límites de la IA, Teoría de la Decisión, Diseño de Producto y Sistemas de Datos dan el lenguaje técnico y conceptual para liderar equipos de IA sin perder el juicio sobre lo que esos sistemas pueden y no pueden

hacer. Destinos típicos: líderes técnicos en empresas de software, gerentes de producto en plataformas de IA, jefes de equipos de ML, arquitectos de sistemas críticos.

3. Diseño institucional y modernización del sector público

Trabajar en o con el Estado para diseñar mecanismos, regulaciones y servicios que funcionen. Studio IV, Diseño de Sistemas Institucionales, es la preparación directa. Las materias de Economía Política y Regulación, Laboratorio de Diseño Institucional, Teoría de Juegos y Diseño de Mecanismos, Cultura y Legitimidad, e Historia de las Instituciones dan el marco analítico; las materias técnicas dan la capacidad de razonar sobre los sistemas que el Estado tiene que regular o construir. Destinos típicos: equipos de modernización digital del Estado, organismos regulatorios con dimensión tecnológica, organizaciones internacionales, consultoras de política pública con base técnica, fundaciones que diseñan mecanismos.

4. Sistemas financieros, de infraestructura y de riesgo

Construir y operar sistemas donde los costos de falla son altos y las distribuciones de cola pesada importan. Las materias de Procesos Estocásticos y Riesgo, Finanzas, Dinero y Banca, Control, Observabilidad y Medición, Sistemas de Datos, Seguridad y Criptografía, Métodos Formales y Verificación, y Redes y Sistemas Distribuidos forman la base. Studio III, Fiabilidad Bajo Presión, entrena la operación bajo condiciones de producción reales; Studio V, Sistema Crítico bajo Restricciones, entrena el diseño bajo restricciones regulatorias o de seguridad. Destinos típicos: ingeniería en infraestructura financiera, analistas cuantitativos con disciplina de fat tails, equipos de fiabilidad e infraestructura crítica, gestión de riesgo en bancos centrales o reguladores, fintechs con componente de infraestructura.

5. Investigación y posgrado

Continuar en programas de posgrado o ingresar a grupos de investigación en sistemas complejos, machine learning, ciencia de la decisión, economía política computacional, política pública con base técnica, o filosofía de la IA. La combinación de profundidad matemática y científica del Año 1, los Studios como práctica de investigación aplicada, y la orientación interdisciplinaria del programa preparan especialmente bien para programas de maestría y doctorado en la intersección de varias disciplinas, los lugares donde una formación disciplinaria estrecha encuentra sus límites. Destinos típicos: maestrías y doctorados en CS, ML, economía, políticas públicas, sistemas complejos, ciencia de la decisión y filosofía de la ciencia, en la Argentina y en el exterior.

Lo que comparten estas trayectorias no es un sector ni un cargo. Es la capacidad de operar al nivel de complejidad que el mundo post-IA exige y la disposición a hacerse responsables de los resultados.

12.3 La apuesta de largo plazo

Este programa es una apuesta por un futuro específico: que el trabajo más importante de los próximos cincuenta años se va a hacer en la intersección entre tecnología, instituciones y poder, y que las personas capaces de hacerlo necesitan una formación que actualmente no existe.

América Latina está sistemáticamente subrepresentada en la conversación global sobre inteligencia artificial, diseño institucional y gobernanza del cambio tecnológico. Los marcos que se están desarrollando para gobernar la IA están siendo diseñados principalmente en otros lugares. Este programa es, entre otras cosas, una contribución para cambiar esa situación, no produciendo personas que analicen el problema, sino produciendo personas que construyan las soluciones.

Este no es un título para personas que quieran estudiar sistemas. Es un título para personas que quieran construirlos.

Referencias por materia e institución

| Materia | Institución de Referencia | Materia / Programa de Referencia |
|---|---------------------------|---|
| Álgebra Lineal I y II | MIT | 18.06, 18.065 Linear Algebra |
| Álgebra Lineal I y II | Stanford | EE364A Convex Optimization |
| Álgebra Lineal I y II | Imperial College London | Mathematics for Machine Learning (Coursera) |
| Razonamiento Formal | MIT | 6.1200 Mathematics for Computer Science |
| Razonamiento Formal | Stanford | Phil 151 Metalogic, CS 103 |
| Cálculo y Análisis | MIT | 18.01 + 18.02 Calculus, 18.100A Real Analysis |
| Cálculo y Análisis | Caltech | Ma 1abc Mathematics |
| Cálculo y Análisis | École Polytechnique | Tronc commun (modules de mathématiques) |
| Cálculo y Análisis | Cambridge | Mathematical Tripos, Part IA Analysis |
| Historia de las Instituciones, la Tecnología y el Poder | MIT | 17.S914 Political Development; 15.137 |
| Historia de las Instituciones, la Tecnología y el Poder | Oxford | PPE Politics; History of Science and Technology |
| Historia de las Instituciones, la Tecnología y el Poder | Harvard | Kennedy School Governance and Institutions |
| Historia de las Instituciones, la Tecnología y el Poder | Stanford | HSST Program |
| Microeconomía | MIT | 14.01 Principles of Microeconomics |

| | | |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Microeconomía | Yale | ECON 159 Game Theory |
| Fundamentos de Programación y Datos | MIT | 6.100A, Missing Semester |
| Fundamentos de Programación y Datos | Stanford | CS 106B |
| Probabilidad y Estadística | MIT | 6.3700, 18.650 |
| Probabilidad y Estadística | Stanford | CS 109 |
| Probabilidad y Estadística | Caltech | Ma 3 |
| Programación de Sistemas | MIT | 6.1800, 6.1810 |
| Programación de Sistemas | Stanford | CS 110 |
| Física I/II | MIT | 8.01, 8.02, 8.04 |
| Física I/II | Caltech | Ph 1a, Ph 1b |
| Física I/II | École Polytechnique | Tronc commun Physique |
| Machine Learning | MIT | 6.3900 |
| Machine Learning | Stanford | CS 229 |
| Machine Learning | Caltech | CMS 155 |
| Algoritmos y Optimización | MIT | 6.1210, 6.C571 |
| Algoritmos y Optimización | Stanford | CS 161, MS&E 211 |
| Econometría | MIT | 14.32 |
| Econometría | Stanford | MS&E 226 |
| Econometría | Caltech | IDS 126 |
| Deep Learning | Stanford | CS 224N, CS 236 |
| Deep Learning | MIT | 6.S898 |
| Deep Learning | UC Berkeley | CS 285 |
| Teoría de Juegos | Stanford | MS&E 232 |
| Teoría de Juegos | MIT | 14.126 |

| | | |
|--------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Teoría de Juegos | Yale | ECON 159 |
| Teoría de Juegos | Harvard | CS 1360 |
| Procesos Estocásticos | Stanford | MS&E 221 |
| Procesos Estocásticos | MIT | 6.7700 |
| Procesos Estocásticos | London Mathematical Laboratory | Ergodicity Economics |
| Métodos Formales | Carnegie Mellon | 15-815 |
| Métodos Formales | MIT | 6.820 |
| Redes y Distribuidos | MIT | 6.5820, 6.5840 |
| Redes y Distribuidos | Stanford | CS 144, CS 244B |
| Redes y Distribuidos | Cambridge | Distributed Systems |
| Finanzas, Dinero y Banca | MIT | 15.401 |
| Finanzas, Dinero y Banca | Yale | ECON 252 |
| Finanzas, Dinero y Banca | Stanford | MS&E 246 |
| Seguridad y Criptografía | Stanford | CS 255 |
| Seguridad y Criptografía | MIT | 6.5620 |
| Economía Política | MIT | 14.42 |
| Economía Política | Stanford | Law and Technology |
| Economía Política | Oxford | PPE Politics and Philosophy |
| Cultura y Legitimidad | Stanford | Anthropology |
| Cultura y Legitimidad | MIT | Comparative Media Studies |
| Cultura y Legitimidad | École Polytechnique | HSS |
| Epistemología | Stanford | Symbolic Systems, Phil 80 |
| Epistemología | MIT | 24.09 Minds and Machines |
| Epistemología | Oxford | Philosophy of Mind |
| Epistemología | Cambridge | Philosophy of Science |

| | | |
|--|------------------------|--|
| Diseño y Estrategia de Producto | Stanford | CS 183, d.school Design Thinking |
| Diseño y Estrategia de Producto | MIT | 15.835 Entrepreneurial Marketing, Integrated Design and Management |
| Diseño y Estrategia de Producto | Carnegie Mellon | Human-Computer Interaction |
| Control y Resiliencia | Stanford | EE 263 |
| Control y Resiliencia | MIT | 6.3100 |
| Control y Resiliencia | Caltech | CDS 110 |
| Ética y Responsabilidad | Oxford | Practical Ethics, PPE Philosophy |
| Ética y Responsabilidad | Harvard Kennedy School | Ethics and Public Policy |
| Lab. Diseño Institucional | Indiana University | Ostrom Workshop |
| Lab. Diseño Institucional | Santa Fe Institute | Complexity and Governance |
| Lab. Diseño Institucional | Oxford | Blavatnik School of Government |
| Liderazgo, Negociación y Coordinación | Harvard | Program on Negotiation |
| Liderazgo, Negociación y Coordinación | MIT Sloan | 15.665 Power and Negotiation |
| Liderazgo, Negociación y Coordinación | Stanford | MS&E 280 Organizational Behavior |
| Liderazgo, Negociación y Coordinación | INSEAD | Organisational Behaviour |
| Sistemas Complejos | Santa Fe Institute | Complexity Explorer |
| Sistemas Complejos | MIT | 18.354 |
| Sistemas Complejos | Oxford | Complex Systems |
| Teoría de la Decisión | Stanford | MS&E 250 |
| Teoría de la Decisión | Harvard Kennedy School | Decision Science |
| Métodos de Investigación, Medición y Diseño Experimental | Stanford | GSB Methodology of Empirical Research |

| | | |
|--|-------------------------|---|
| Métodos de Investigación, Medición y Diseño Experimental | MIT | 14.310x Data Analysis for Social Scientists |
| Métodos de Investigación, Medición y Diseño Experimental | Berkeley | D-Lab Computational Social Science |
| Métodos de Investigación, Medición y Diseño Experimental | Center for Open Science | Open Science training |
| Sistemas de Datos | CMU | 15-445/645 Database Systems |
| Sistemas de Datos | MIT | 6.830 Database Systems |
| Sistemas de Datos | Stanford | CS 145 Data Management and Data Systems |
| Sistemas de Datos | Berkeley | CS 186 Introduction to Database Systems |
| Optimización Aplicada y Métodos Numéricos | MIT | 15.053 Optimization Methods in Management Science |
| Optimización Aplicada y Métodos Numéricos | Stanford | EE364B Convex Optimization II |
| Optimización Aplicada y Métodos Numéricos | Carnegie Mellon | 10-725 Convex Optimization |
| Optimización Aplicada y Métodos Numéricos | Caltech | ACM 113 Mathematical Optimization |
| Biología de Sistemas, Evolución y Ecología | MIT | 7.013; 7.91J |
| Biología de Sistemas, Evolución y Ecología | Caltech | Bi 1 |
| Biología de Sistemas, Evolución y Ecología | École Polytechnique | Tronc commun Biologie |

Marco de evaluación por materia

| Materia | Evaluación Primaria | Evaluación Secundaria |
|--|---|--|
| Álgebra Lineal y Computación I | WE, Examen escrito | TP, Guías de problemas semanales |
| Álgebra Lineal y Computación II | WE, Examen escrito | TP, Proyecto computacional |
| Razonamiento Formal y Demostración | WE, Examen escrito de demostraciones | OD, Defensa oral del portfolio de demostraciones |
| Cálculo y Análisis | WE, Examen escrito con problemas inéditos y demostraciones cortas | TP, Guías de problemas y ejercicios de demostración |
| Microeconomía y Lógica de Decisión | WE, Examen escrito | OD, Defensa de un proyecto de análisis de mercado |
| Fundamentos de Programación y Datos | LC, Sesión de programación en vivo | TP, Trabajos de programación semanales |
| Probabilidad y Estadística | WE, Examen escrito | TP, Guías de problemas semanales |
| Programación de Sistemas | LC, Análisis de sistemas en vivo | TP, Portfolio de depuración y laboratorios |
| Física I: Mecánica, Energía y Termodinámica | WE, Examen escrito con problemas inéditos | TP, Guías de problemas y ejercicios de estimación |
| Física II: Electromagnetismo, Señales y Computación Física | WE, Examen escrito | TP, Guías de problemas y análisis de sistemas |
| Machine Learning e Ingeniería de Modelos | LC, Sesión en vivo de pipeline de ML | TP, Proyecto de ML end-to-end |
| Biología de Sistemas, Evolución y Ecología | OD, Defensa de un análisis de un sistema biológico | TP, Análisis cuantitativo con estimaciones y modelos |

| | | |
|---|---|--|
| Algoritmos, Complejidad y Optimización | WE, Examen escrito con problemas de diseño de algoritmos | TP, Portfolio de algoritmos con demostraciones formales |
| Econometría e Inferencia Causal | OD, Defensa de un estudio empírico | TP, Estudio empírico con datos reales |
| Deep Learning y Modelos Fundacionales | LC, Sesión en vivo de arquitectura | OD + TP, Defensa de un proyecto de replicación |
| Teoría de Juegos y Diseño de Mecanismos | WE, Examen escrito | OD, Defensa de un proyecto de diseño de mecanismos |
| Procesos Estocásticos y Riesgo | WE, Examen escrito | OD, Defensa de un análisis de riesgo |
| Métodos Formales y Verificación | TP, Portfolio de demostraciones en Lean 4 | OD, Defensa de un proyecto de verificación formal |
| Redes y Sistemas Distribuidos | LC, Análisis en vivo de arquitectura y fallos | TP, Documento de arquitectura y especificación de protocolo |
| Finanzas, Dinero y Banca | OD, Defensa de un modelo financiero y memo | TP, Modelo financiero construido con IA |
| Seguridad, Criptografía y Confianza | LC, Sesión en vivo de modelado de amenazas | TP, Modelo de amenazas y arquitectura de seguridad |
| Economía Política, Derecho y Regulación | OD, Defensa adversarial de un análisis de política | TP, Análisis de política con mapa de actores |
| Historia de las Instituciones, la Tecnología y el Poder | OD, Defensa adversarial de ensayo comparativo | TP, Ensayo con historia de revisiones |
| Epistemología, Ciencia y los Límites de la IA | OD, Defensa de un análisis filosófico de un sistema real de IA | TP, Análisis escrito |
| Diseño y Estrategia de Producto | PD, Defensa pública de estrategia y producto con evidencia de uso | TP, Portfolio estratégico y de diseño construido con IA |
| Control, Observabilidad y Medición | WE, Examen escrito | OD, Defensa de la estabilidad del sistema y crítica de la medición |
| Ética y Responsabilidad bajo Incertidumbre | OD, Defensa de un análisis ético de un caso difícil | TP, Análisis escrito del caso |
| Laboratorio de Diseño Institucional | PD, Defensa pública ante panel externo con practicantes | TP, Documento de diseño institucional |

| | | |
|--|--|---|
| Liderazgo, Negociación y Coordinación | LC, Ejercicio de negociación en vivo con consecuencias reales | OD, Defensa de un diagnóstico organizacional |
| Sistemas Embebidos e Interacción Física | PD, Defensa pública de un sistema embebido funcional con decisiones de diseño documentadas | TP, Prototipo funcional con hardware, firmware y plan de medición |
| Sistemas Complejos | OD, Defensa de un modelo basado en agentes | TP, Modelo basado en agentes de un sistema complejo real |
| Teoría de la Decisión | OD, Defensa de un análisis de decisión sobre un problema multi-criterio | TP, Análisis de decisión construido con IA |
| Escritura Avanzada en Español | WP, Portfolio escrito con historia completa de revisiones | |
| Métodos de Investigación, Medición y Diseño Experimental | OD, Defensa de un diseño de investigación con plan de medición y pre-análisis | TP, Auditoría de replicación de un estudio publicado |
| Sistemas de Datos | LC, Sesión en vivo de diseño y debugging de sistemas de datos | TP, Proyecto de esquema, migración y fiabilidad |
| Optimización Aplicada y Métodos Numéricos | WE, Examen escrito con problemas de modelado y análisis numérico | LC, Sesión en vivo de diseño y debugging sobre un problema real de optimización |
| Seminario Fundacional: IA, Juicio y Responsabilidad | OD, Defensa oral de un position paper | TP, Position paper sobre lo que la IA cambia |
| Cultura, Legitimidad y Normas | OD, Defensa de un ensayo crítico | TP, Ensayo con historia completa de revisiones |
| Electiva Guiada | Definida por el docente supervisor | |
| Seminario de Egreso | OD, Reflexión oral final (sin nota) | |
| Studio I, Escritura y Oratoria | WP, Portfolio escrito con historia de revisiones | Presentaciones grabadas con autoevaluación |
| Studio II, Construir y Romper | PD, Defensa pública de un sistema funcional | |
| Studio III, Fiabilidad Bajo Presión | PD, Defensa simulando una revisión post-incidente | |

| | |
|---|--|
| Studio IV, Diseño de Sistemas Institucionales | PD, Defensa pública ante practicantes |
| Studio V, Sistema Crítico bajo Restricciones | PD, Defensa pública con hallazgos del red team |
| Studio VI, Venture from Zero | PD, Defensa pública final ante inversores |

Bibliografía completa

Abelson, Harold, and Gerald Jay Sussman. *Structure and Interpretation of Computer Programs*. 2nd ed. MIT Press, 1996.

↗

Acemoglu, Daron, and James A. Robinson. *The Narrow Corridor: States, Societies, and the Fate of Liberty*. Penguin Press, 2019. ↗

Acemoglu, Daron, and James A. Robinson. *Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity, and Poverty*. Crown, 2012. ↗

Aleksandrov, A. D., A. N. Kolmogorov, and M. A. Lavrent'ev. *Mathematics: Its Content, Methods and Meaning*. Dover, 1999. ↗

Alberts, Bruce, et al. *Essential Cell Biology*. 5th ed. W. W. Norton, 2019. ↗

Alden, Lyn. *Broken Money: Why Our Financial System Is Failing Us and How We Can Make It Better*. Timestamp Press, 2023. ↗

Ammous, Saifedean. *The Bitcoin Standard: The Decentralized Alternative to Central Banking*. Wiley, 2018. ↗

Anderson, Ross J. *Security Engineering: A Guide to Building Dependable Distributed Systems*. 3rd ed. Wiley, 2020. ↗

Artin, Michael. *Algebra*. 2nd ed. Pearson, 2010. ↗

Angrist, Joshua D., and Jörn-Steffen Pischke. *Mostly Harmless Econometrics: An Empiricist's Companion*. Princeton University Press, 2009. ↗

Arpaci-Dusseau, Remzi H., and Andrea C. Arpaci-Dusseau. *Operating Systems: Three Easy Pieces*. Arpaci-Dusseau Books, 2018. ostep.org. ↗

Åström, Karl J., and Richard M. Murray. *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press, 2008. ↗

Avigad, Jeremy. *Mathematics in Lean*. Lean Prover Community, 2023. leanprover-community.github.io. ↗

Axler, Sheldon. *Linear Algebra Done Right*. 4th ed. Springer, 2024. ↗

Barabási, Albert-László. *Network Science*. Cambridge University Press, 2016. ↗

Bishop, Christopher M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006. ↗

Blitzstein, Joseph K., and Jessica Hwang. *Introduction to Probability*. 2nd ed. CRC Press, 2019. probabilitybook.net. ↗

Boneh, Dan, and Victor Shoup. *A Graduate Course in Applied Cryptography*. cryptobook.us, 2023. ↗

Banzi, Massimo, and Michael Shiloh. *Getting Started with Arduino*. 3rd ed. Maker Media, 2014. ↗

Bergstrom, Carl T., and Jevin D. West. *Calling Bullshit: The Art of Skepticism in a Data-Driven World*. Random House, 2020. ↗

Bertsimas, Dimitris, and John N. Tsitsiklis. *Introduction to Linear Optimization*. Athena Scientific, 1997. ↗

Booth, Wayne C., Gregory G. Colomb, Joseph M. Williams, Joseph Bizup, and William T. FitzGerald. *The Craft of Research*. 4th ed. University of Chicago Press, 2016. ↗

Bostrom, Nick. *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press, 2014. ↗

Bourdieu, Pierre. *The Logic of Practice*. Stanford University Press, 1990. ↗

Boyd, Stephen, and Lieven Vandenberghe. *Convex Optimization*. Cambridge University Press, 2004. stanford.edu/~boyd/cvxbook. ↗

Brealey, Richard A., Stewart C. Myers, and Franklin Allen. *Principles of Corporate Finance*. 14th ed. McGraw-Hill, 2022. ↗

Bryant, Randal E., and David R. O'Hallaron. *Computer Systems: A Programmer's Perspective*. 3rd ed. Pearson, 2015. ↗

Bryar, Colin, and Bill Carr. *Working Backwards: Insights, Stories, and Secrets from Inside Amazon*. St. Martin's Press, 2021. ↗

Brynjolfsson, Erik, and Andrew McAfee. *The Second Machine Age*. W. W. Norton, 2014. ↗

Carroll, Sean B. *The Serengeti Rules*. Princeton University Press, 2016. ↗

Cartwright, Nancy. *How the Laws of Physics Lie*. Oxford University Press, 1983. ↗

Chandler, Alfred D. *The Visible Hand: The Managerial Revolution in American Business*. Harvard University Press, 1977. ↗

Chlipala, Adam. *Certified Programming with Dependent Types*. MIT Press, 2013. adam.chlipala.net/cpdt. ↗

Christensen, Clayton M. *The Innovator's Dilemma*. Harvard Business Review Press, 1997. ↗

Christian, Brian. *The Alignment Problem: Machine Learning and Human Values*. W. W. Norton, 2020. ↗

Cialdini, Robert B. *Influence: The Psychology of Persuasion*. Harper Business, 2006. ↗

Cooper, Alan, Robert Reimann, and David Cronin. *About Face: The Essentials of Interaction Design*. 4th ed. Wiley, 2014. ↗

Cormen, Thomas H., Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, and Clifford Stein. *Introduction to Algorithms*. 4th ed. MIT Press, 2022. ↗

Cover, Thomas M., and Joy A. Thomas. *Elements of Information Theory*. 2nd ed. Wiley, 2006. ↗

Cunningham, Scott. *Causal Inference: The Mixtape*. Yale University Press, 2021. mixtape.scunning.com. ↗

Dalio, Ray. *Principles for Dealing with the Changing World Order: Why Nations Succeed and Fail*. Simon & Schuster, 2021. ↗

Dawkins, Richard. *The Selfish Gene*. 40th Anniversary ed. Oxford University Press, 2016. ↗

Debord, Guy. *The Society of the Spectacle*. Zone Books, 1994. ↗

Dennett, Daniel C. *Consciousness Explained*. Little, Brown, 1991. ↗

Douglas, Mary. *How Institutions Think*. Syracuse University Press, 1986. ↗

Dreyfus, Hubert L. *What Computers Can't Do: A Critique of Artificial Reason*. Harper & Row, 1972. ↗

Enderton, Herbert B. *A Mathematical Introduction to Logic*. 2nd ed. Academic Press, 2001. ↗

Feynman, Richard P., Robert B. Leighton, and Matthew Sands. *The Feynman Lectures on Physics*. Vols. I–II. Caltech, 2013. feynmanlectures.caltech.edu. ↗

Feyerabend, Paul. *Against Method*. 4th ed. Verso, 2010. ↗

Fisher, Mark. *Ghosts of My Life: Writings on Depression, Hauntology and Lost Futures*. Zero Books, 2014. ↗

Fisher, Roger, William Ury, and Bruce Patton. *Getting to Yes: Negotiating Agreement Without Giving In*. Penguin Books, 2011. ↗

Géron, Aurélien. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*. 3rd ed. O'Reilly, 2022. ↗

Gigerenzer, Gerd. *Gut Feelings: The Intelligence of the Unconscious*. Viking, 2007. ↗

Girard, René. *Violence and the Sacred*. Johns Hopkins University Press, 1977. ↗

Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. *Deep Learning*. MIT Press, 2016. deeplearningbook.org. ↗

Graham, Ronald L., Donald E. Knuth, and Oren Patashnik. *Concrete Mathematics: A Foundation for Computer Science*. 2nd ed. Addison-Wesley, 1994. ↗

Griffiths, David J. *Introduction to Electrodynamics*. 4th ed. Cambridge University Press, 2017. ↗

Griffiths, David J. *Introduction to Quantum Mechanics*. 3rd ed. Cambridge University Press, 2018. ↗

Grove, Andrew S. *High Output Management*. Random House, 1983. ↗

Halliday, David, Robert Resnick, and Jearl Walker. *Fundamentals of Physics*. 11th ed. Wiley, 2018. ↗

Han, Byung-Chul. *The Burnout Society*. Stanford University Press, 2015. ↗

Hastie, Trevor, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman. *The Elements of Statistical Learning*. 2nd ed. Springer, 2009. hastie.su.domains/ElemStatLearn. ↗

Henrich, Joseph. *The WEIRDest People in the World*. Farrar, Straus and Giroux, 2020. ↗

Hillier, Frederick S., and Gerald J. Lieberman. *Introduction to Operations Research*. 11th ed. McGraw-Hill, 2021. ↗

Hirschman, Albert O. *Exit, Voice, and Loyalty: Responses to Decline in Firms, Organizations, and States*. Harvard University Press, 1970. ↗

Hobart, Byrne, and Tobias Huber. *Bubbles and the End of Stagnation*. Stripe Press, 2024. ↗

Hobsbawm, Eric. *The Age of Revolution: 1789–1848*. Vintage, 1962. *The Age of Capital: 1848–1875*. Vintage, 1975. *The Age of Empire: 1875–1914*. Vintage, 1987. ↗

Horowitz, Paul, and Winfield Hill. *The Art of Electronics*. 3rd ed. Cambridge University Press, 2015. ↗

Hubbard, John H., and Barbara Burke Hubbard. *Vector Calculus, Linear Algebra, and Differential Forms: A Unified Approach*. 5th ed. Matrix Editions, 2015. ↗

Horowitz, Ben. *The Hard Thing About Hard Things: Building a Business When There Are No Easy Answers*. Harper Business, 2014. ↗

Imbens, Guido W., and Donald B. Rubin. *Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences*. Cambridge University Press, 2015. ↗

Jaynes, Edwin T. *Probability Theory: The Logic of Science*. Cambridge University Press, 2003. ↗

Jonas, Hans. *The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for the Technological Age*. University of Chicago Press, 1984. ↗

Jurafsky, Daniel, and James H. Martin. *Speech and Language Processing*. 3rd ed. draft. web.stanford.edu/~jurafsky/slp3. ↗

Kahneman, Daniel. *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux, 2011. ↗

Kaplan, Jared, et al. "Scaling Laws for Neural Language Models." arXiv:2001.08361, 2020. ↗

Katz, Jonathan, and Yehuda Lindell. *Introduction to Modern Cryptography*. 3rd ed. CRC Press, 2020. ↗

Kerrisk, Michael. *The Linux Programming Interface: A Linux and UNIX System Programming Handbook*. No Starch Press, 2010. ↗

Kleppmann, Martin. *Designing Data-Intensive Applications*. O'Reilly, 2017. ↗

Hellerstein, Joseph M., and Michael Stonebraker, eds. *Readings in Database Systems*. 5th ed., 2015. ↗

Huyen, Chip. *Designing Machine Learning Systems*. O'Reilly, 2022. ↗

Krug, Steve. *Don't Make Me Think, Revisited*. 3rd ed. New Riders, 2014. ↗

Kuhn, Thomas S. *The Structure of Scientific Revolutions*. 4th ed. University of Chicago Press, 2012. ↗

Kurose, James F., and Keith W. Ross. *Computer Networking: A Top-Down Approach*. 8th ed. Pearson, 2021. ↗

Lencioni, Patrick. *The Five Dysfunctions of a Team*. Jossey-Bass, 2002. ↗

Lessig, Lawrence. *Code: And Other Laws of Cyberspace*. Basic Books, 1999. ↗

Leveson, Nancy G. *Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety*. MIT Press, 2011. ↗

MacIntyre, Alasdair. *After Virtue: A Study in Moral Theory*. 3rd ed. University of Notre Dame Press, 2007. ↗

MacKay, David J. C. *Information Theory, Inference, and Learning Algorithms*. Cambridge University Press, 2003. inference.org.uk. ↗

Mahajan, Sanjoy. *The Art of Insight in Science and Engineering: Mastering Complexity*. MIT Press, 2014. ↗

March, James G. *A Primer on Decision Making: How Decisions Happen*. Free Press, 1994. ↗

Mas-Colell, Andreu, Michael D. Whinston, and Jerry R. Green. *Microeconomic Theory*. Oxford University Press, 1995. ↗

Maynard Smith, John. *Evolution and the Theory of Games*. Cambridge University Press, 1982. ↗

Nowak, Martin A. *Evolutionary Dynamics: Exploring the Equations of Life*. Belknap Press, 2006. ↗

Levin, Simon A. *Fragile Dominion: Complexity and the Commons*. Perseus Books, 1999. ↗

McConnell, Steve. *Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction*. 2nd ed. Microsoft Press, 2004. ↗

Meadows, Donella H. *Thinking in Systems: A Primer*. Chelsea Green, 2008. ↗

Mehrling, Perry. *The New Lombard Street: How the Fed Became the Dealer of Last Resort*. Princeton University Press, 2011. ↗

Milgrom, Paul, and John Roberts. *Economics, Organization and Management*. Prentice Hall, 1992. ↗

Miller, John H., and Scott E. Page. *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton University Press, 2007. ↗

Minsky, Hyman P. *Stabilizing an Unstable Economy*. McGraw-Hill, 2008. ↗

Mitchell, Melanie. *Complexity: A Guided Tour*. Oxford University Press, 2009. ↗

Mokyr, Joel. *The Lever of Riches: Technological Creativity and Economic Progress*. Oxford University Press, 1990. ↗

Montgomery, Douglas C. *Design and Analysis of Experiments*. 10th ed. Wiley, 2019. ↗

Muller, Jerry Z. *The Tyranny of Metrics*. Princeton University Press, 2018. ↗

Munkres, James R. *Topology*. 2nd ed. Pearson, 2000. ↗

Ramakrishnan, Raghu, and Johannes Gehrke. *Database Management Systems*. 3rd ed. McGraw-Hill, 2003. ↗

Nisan, Noam, et al. *Algorithmic Game Theory*. Cambridge University Press, 2007. ↗

Nocedal, Jorge, and Stephen J. Wright. *Numerical Optimization*. 2nd ed. Springer, 2006. ↗

Norman, Donald A. *The Design of Everyday Things*. Revised and Expanded ed. Basic Books, 2013. ↗

Norris, J. R. *Markov Chains*. Cambridge University Press, 1997. ↗

North, Douglass C. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press, 1990. ↗

Olson, Mancur. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*. Harvard University Press, 1965. ↗

Ostrom, Elinor. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, 1990. ↗

Ouyang, Long, et al. "Training Language Models to Follow Instructions with Human Feedback." NeurIPS, 2022. ↗

Parfit, Derek. *Reasons and Persons*. Oxford University Press, 1984. ↗

Pearl, Judea, and Dana Mackenzie. *The Book of Why: The New Science of Cause and Effect*. Basic Books, 2018. ↗

Perez, Carlota. *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Edward Elgar, 2002. ↗

Peters, Ole. "The Ergodicity Problem in Economics." *Nature Physics* 15 (2019): 1216–1221. ↗

Pierce, Benjamin C., et al. *Software Foundations*. Electronic textbook, 2023. softwarefoundations.cis.upenn.edu. ↗

Polanyi, Karl. *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*. Beacon Press, 1944. ↗

Polanyi, Michael. *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. University of Chicago Press, 1958. ↗

Porter, Theodore M. *Trust in Numbers: The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*. Princeton University Press, 1995. ↗

Prince, Simon J.D. *Understanding Deep Learning*. MIT Press, 2023. udlbook.github.io/udlbook. ↗

Raiffa, Howard. *Decision Analysis: Introductory Lectures on Choices Under Uncertainty*. Addison-Wesley, 1968. ↗

Ries, Eric. *The Lean Startup*. Crown Business, 2011. ↗

Ritchie, Stuart. *Science Fictions: How Fraud, Bias, Negligence, and Hype Undermine the Search for Truth*. Metropolitan Books, 2020. ↗

Ross, Sheldon M. *Introduction to Probability Models*. 12th ed. Academic Press, 2019. ↗

Roth, Alvin E. *Who Gets What, and Why: The New Economics of Matchmaking and Market Design*. Houghton Mifflin Harcourt, 2015. ↗

Rumelt, Richard P. *Good Strategy Bad Strategy: The Difference and Why It Matters*. Crown Business, 2011. ↗

Russell, Stuart. *Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control*. Viking, 2019. ↗

Schelling, Thomas C. *The Strategy of Conflict*. Harvard University Press, 1960. ↗

Shadish, William R., Thomas D. Cook, and Donald T. Campbell. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*. Houghton Mifflin, 2002. ↗

Scott, James C. *Seeing Like a State: How Certain Schemes to Improve the Human Condition Have Failed*. Yale University Press, 1998. ↗

Sedgewick, Robert, and Kevin Wayne. *Algorithms*. 4th ed. Addison-Wesley, 2011. ↗

Simon, Herbert A. *Models of Bounded Rationality*. MIT Press, 1982. ↗

Simon, Herbert A. *The Sciences of the Artificial*. 3rd ed. MIT Press, 1996. ↗

Silberschatz, Abraham, Henry F. Korth, and S. Sudarshan. *Database System Concepts*. 7th ed. McGraw-Hill, 2019. ↗

Sipser, Michael. *Introduction to the Theory of Computation*. 3rd ed. Cengage, 2012. ↗

Spivak, Michael. *Calculus*. 4th ed. Publish or Perish, 2008. ↗

Strang, Gilbert. *Introduction to Linear Algebra*. 6th ed. Wellesley-Cambridge Press, 2023. ↗

Strang, Gilbert. *Linear Algebra and Learning from Data*. Wellesley-Cambridge Press, 2019. ↗

Strogatz, Steven H. *Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering*. 2nd ed. CRC Press, 2014. ↗

- Taleb, Nassim Nicholas. *Statistical Consequences of Fat Tails*. STEM Academic Press, 2020. ↗
- Tao, Terence. *Analysis I and II*. Hindustan Book Agency, 2016. ↗
- Tetlock, Philip E., and Dan Gardner. *Superforecasting: The Art and Science of Prediction*. Crown, 2015. ↗
- Tirole, Jean. *Economics for the Common Good*. Princeton University Press, 2017. ↗
- Trefethen, Lloyd N., and David Bau III. *Numerical Linear Algebra*. SIAM, 1997. ↗
- Van Steen, Maarten, and Andrew S. Tanenbaum. *Distributed Systems*. 4th ed. distributed-systems.net, 2023. ↗
- Varian, Hal R. *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach*. 9th ed. W. W. Norton, 2014. ↗
- Vaswani, Ashish, et al. "Attention Is All You Need." NeurIPS, 2017. ↗
- Velleman, Daniel J. *How to Prove It: A Structured Approach*. 3rd ed. Cambridge University Press, 2019. ↗
- Voss, Chris. *Never Split the Difference: Negotiating As If Your Life Depended On It*. Harper Business, 2016. ↗
- Wasserman, Larry. *All of Statistics: A Concise Course in Statistical Inference*. Springer, 2004. ↗
- West, Geoffrey. *Scale: The Universal Laws of Growth, Innovation, Sustainability, and the Pace of Life in Organisms, Cities, Economies, and Companies*. Penguin Press, 2017. ↗
- Williams, Bernard. *Ethics and the Limits of Philosophy*. Harvard University Press, 1985. ↗
- Williamson, Oliver E. *The Economic Institutions of Capitalism*. Free Press, 1985. ↗
- Zuboff, Shoshana. *The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. PublicAffairs, 2019. ↗
- Brown, Wendy. *Undoing the Demos: Neoliberalism's Stealth Revolution*. Zone Books, 2015. ↗
- Cirillo, Pasquale, and Nassim Nicholas Taleb. *The Logic of Risk Taking*. arXiv, 2015. ↗
- Davidson, James Dale, and William Rees-Mogg. *The Sovereign Individual: Mastering the Transition to the Information Age*. Touchstone, 1997. ↗
- Epictetus. *The Discourses and Enchiridion*. Loeb Classical Library, Harvard University Press. ↗
- Espeland, Wendy Nelson, and Mitchell L. Stevens. "Commensuration as a Social Process." *Annual Review of Sociology* 24 (1998): 313-343. ↗
- Goodhart, Charles. "Problems of Monetary Management: The U.K. Experience." *Papers in Monetary Economics*, Reserve Bank of Australia, 1975. ↗

Hacking, Ian. *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge University Press, 1983. ↗

Haraway, Donna. "A Cyborg Manifesto." *Socialist Review*, 1985. ↗

Hayek, Friedrich A. *Denationalisation of Money: The Argument Refined*. Institute of Economic Affairs, 1976. ↗

Hayek, Friedrich A. "The Use of Knowledge in Society." *American Economic Review* 35, no. 4 (1945): 519-530. ↗

Hui, Yuk. *The Question Concerning Technology in China: An Essay in Cosmotechnics*. Urbanomic, 2016. ↗

Illich, Ivan. *Tools for Conviviality*. Harper & Row, 1973. ↗

Lakatos, Imre. *Proofs and Refutations: The Logic of Mathematical Discovery*. Cambridge University Press, 1976. ↗

Land, Nick. *Fanged Noumena: Collected Writings 1987-2007*. Urbanomic, 2011. ↗

Latour, Bruno. *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Harvard University Press, 1987. ↗

Lee, Edward A., and Sanjit A. Seshia. *Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach*. 2nd ed. MIT Press, 2017. ↗

Martínez Estrada, Ezequiel. *Radiografía de la Pampa*. Babel, 1933. ↗

O'Neil, Cathy. *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy*. Crown, 2016. ↗

Ostrom, Vincent. *The Intellectual Crisis in American Public Administration*. University of Alabama Press, 1973. ↗

Savage, Leonard J. *The Foundations of Statistics*. Wiley, 1954. ↗

Siedentop, Larry. *Inventing the Individual: The Origins of Western Liberalism*. Belknap Press, 2014. ↗

Simondon, Gilbert. *On the Mode of Existence of Technical Objects*. Univocal, 2017. ↗

Srnicek, Nick, and Alex Williams. *Inventing the Future: Postcapitalism and a World Without Work*. Verso, 2015. ↗

Weber, Max. *The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism*. 1905. ↗

Weil, Simone. *La gravedad y la gracia / Gravity and Grace*. 1947. ↗

Warden, Pete, and Daniel Situnayake. *TinyML: Machine Learning with TensorFlow Lite on Arduino and Ultra-Low-Power Microcontrollers*. O'Reilly, 2019. ↗

Warren, Henry S. *Hacker's Delight*. 2nd ed. Addison-Wesley, 2012. ↗

Conversación intelectual, Publicaciones de referencia

Las publicaciones siguientes representan el contexto intelectual dentro del cual el programa se ubica, la conversación a la que se incorpora y, a través de sus graduados, la conversación que aspira a moldear. Ninguna de ellas es lectura obligatoria del plan de estudios; sirven como referencia para quien quiera situar el programa en su contexto contemporáneo.

Foreign Affairs

La revista de referencia del pensamiento serio en geopolítica y relaciones internacionales. Inigualada en su acceso a actores en ejercicio, ex jefes de Estado, presidentes de bancos centrales, diplomáticos de alto rango, que escriben junto a académicos de primer nivel. Foreign Affairs fija los términos de la conversación seria sobre el orden global, el diseño institucional y la gobernanza del cambio tecnológico. Su relevancia para este programa es directa: los graduados del programa van a operar en el mundo que Foreign Affairs describe y analiza.

Palladium Magazine

Una publicación contemporánea importante sobre formación de cuadros de alta responsabilidad pública, capacidad estatal y futuros institucionales. Las crónicas en terreno de Palladium sobre el servicio civil de Singapur, los cuadros tecnocráticos de los Estados del Golfo y el sistema de selección de funcionarios de China constituyen un cuerpo de casos de estudio sobre exactamente la pregunta que este programa intenta responder: ¿cómo se forma deliberadamente a personas capaces de gobernar sistemas complejos? La teoría del gran fundador de Samo Burja, el argumento de que las instituciones funcionales dependen de un pequeño

número de personas con una comprensión genuina de cómo funcionan, es uno de los fundamentos intelectuales del enfoque del programa para la formación de líderes técnicos e institucionales.

Le Grand Continent

La publicación europea más seria sobre futuros institucionales, análisis geopolítico y pensamiento estratégico. Con sede en París y vinculada a la École Normale Supérieure, Le Grand Continent publica en varios idiomas con colaboradores provenientes de los niveles más altos de la política y la academia europeas. Su foco en el diseño institucional europeo, la autonomía estratégica y la gobernanza del cambio tecnológico provee una perspectiva no anglófona que es un contrapeso esencial al encuadre estadounidense que domina la mayor parte de los debates sobre gobernanza de la IA.

Noema Magazine

Publicada por el Berggruen Institute, Noema opera en la intersección entre tecnología, filosofía, geopolítica y preguntas de escala global. Su visión editorial genuinamente global, apoyada en académicos chinos, filósofos europeos, pensadores latinoamericanos y voces anglófonas en proporciones aproximadamente equivalentes, la convierte en una referencia alineada con la aspiración intelectual de este programa. Noema se pregunta qué significa gobernar bien cuando el sustrato tecnológico de la sociedad cambia más rápido que las instituciones diseñadas para gobernarla.

American Affairs

La principal revista de economía política post-neoliberal. American Affairs proporciona el marco intelectual más riguroso para entender los fracasos del orden económico actual y los requisitos institucionales de aquello que podría reemplazarlo. Su enfoque en política industrial, la economía política de la

tecnología y la relación entre estructura económica y legitimidad política es directamente relevante para las materias de diseño institucional y economía política de este programa.

421 News

Nacida en Buenos Aires en 2024, 421 es una publicación sobre cultura, tecnología y filosofía construida en torno a la convicción de que la autonomía digital, la soberanía cognitiva y el pensamiento independiente son las capacidades esenciales del individuo post-IA. 421 es a la vez una referencia intelectual para este programa y evidencia de que la conversación a la que este programa se incorpora no es exclusivamente extranjera, se está construyendo aquí, en esta ciudad, por personas que comparten los compromisos fundacionales del programa.
