

1. Protocolo de Investigación Docente — Clase 2 de 5

Diagnosticar un sistema técnico: hipótesis competidoras y decisión no binaria

Universidad de Santiago de Chile · Facultad de Ingeniería

Campo	Detalle
Asignatura	Laboratorio de Máquinas y Equipos Industriales (14362-0-L-1)
Sesión	Clase 2 de 5
Título	Diagnosticar un sistema técnico: hipótesis competidoras y decisión no binaria
Modalidad	Laboratorio presencial — trabajo individual (P6)
Duración estimada	80 minutos (P4)
Rol del tutor socrático	Contraste de diagnóstico (min 15–37) + revisión profesional de informe imperfecto (min 40–72). El profesor controla la transición interna desde su interfaz (DD_19).
Versión del protocolo	v1.2 — Mayo 2026 (reestructura Markdown al arquetipo C1; contenido v1.1 preservado)

1.0.1 Nota sobre esta versión

La v1.2 no modifica el contenido metodológico de la v1.1. Únicamente reestructura el Markdown para alinearse con el arquetipo aprobado del Protocolo C1 v1.2: encabezados con #, tablas Markdown reales, listas con guiones y notas en bloques >. Esto garantiza que Pandoc + XeLaTeX generen un PDF con la misma jerarquía tipográfica, tablas **booktabs** y pie de página institucional que el Protocolo C1.

1.1 0. Principio de puesta en escena pedagógica

La Clase 2 se ejecuta como diagnóstico de un incidente operacional con hipótesis competidoras. El centro narrativo es la intervención nocturna del operador Muñoz y la necesidad de reconstruir qué pudo pasar antes de decidir si abrir, cerrar o restringir la operación.

La IA se mantiene como presión cognitiva subordinada: primero el estudiante formula hipótesis con los datos disponibles; después contrasta lo que escribió; finalmente revisa un informe como si tuviera que firmarlo profesionalmente.

1.2 1. Encuadre investigativo

1.2.1 1.1 Problema de investigación

La IA generativa permite producir diagnósticos técnicos correctos sin que el estudiante haya activado su propio proceso de razonamiento causal. Un informe de diagnóstico generado por IA puede confundir síntomas con causas, omitir hipótesis competidoras y presentar decisiones binarias cuando el espacio de decisión es múltiple — y aun así parecer correcto. El piloto responde a esta condición exigiendo proceso visible antes del producto.

1.2.2 1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo cambia la calidad del razonamiento técnico de los estudiantes cuando se les exige producir pensamiento propio antes de interactuar con un chatbot socrático y defender posteriormente una decisión técnica?

1.2.3 1.3 Hipótesis pedagógica

El uso de un chatbot socrático, combinado con rastro inicial visible y transferencia final a un caso nuevo, puede fortalecer la evidencia de razonamiento técnico en vez de sustituirlo.

1.2.4 1.4 Unidad de análisis

La trayectoria de razonamiento del estudiante a lo largo de las cinco sesiones, no el producto final de cada una.

1.2.5 1.5 Función específica de esta sesión en el diseño del piloto

La Clase 2 cumple cuatro funciones simultáneas:

- **Función pedagógica:** introducir el diagnóstico como proceso de eliminación sistemática de hipótesis, no como búsqueda de la respuesta correcta.
- **Función de primer contraste longitudinal:** al inicio de C2 se devuelve el rastro de C1 para autoevaluación, generando la primera medición de desplazamiento cognitivo inter-sesión (Δ_{inter}).
- **Función de primer BUILD:** el estudiante recibe por primera vez un entregable generado por la IA con errores deliberados (DD_8: nivel obvio — confusión síntoma/causa). Debe evaluar críticamente el documento sin saber que los errores son intencionales (DD_28).
- **Función de escalamiento:** introduce el modelo de 6 fases (DD_24) que se repetirá en C3 y C4, consolidando la estructura PLAN + BUILD.

1.3 2. Propósitos de la sesión

1.3.1 2.1 Propósito pedagógico

Que el estudiante (a) formule múltiples hipótesis competidoras para un incidente técnico con datos ambiguos, (b) distinga síntomas de causas raíz, (c) evalúe críticamente un informe generado por IA detectando errores de razonamiento causal, y (d) tome una decisión no binaria con justificación explícita.

1.3.2 2.2 Propósito investigativo

Capturar tres evidencias clave: (a) el rastro de razonamiento diagnóstico antes de la mediación de IA; (b) la trayectoria de presión socrática durante PLAN; (c) la capacidad de detección de errores durante BUILD, incluyendo si el estudiante acepta el entregable sin cuestionarlo.

1.3.3 2.3 Pregunta guía para el estudiante

¿Qué le pasó al sistema anoche? ¿Cuántas explicaciones posibles existen? ¿Cuál tiene más respaldo en los datos?

1.4 3. Descripción del caso

1.4.1 3.1 Contexto operacional

Centro Acuático Municipal de Maipú. El operador nocturno Muñoz realizó un retrolavado incompleto (3 minutos en vez de 5) y dosificó hipoclorito directamente a la piscina semi-olímpica (2 L sin bomba dosificadora). Al día siguiente, el sistema muestra comportamiento anómalo: turbidez elevada, presión diferencial alta, pH inestable.

1.4.2 3.2 Criterio de diseño del caso

El caso presenta un espacio de decisión no binario: 5 hipótesis competidoras y 4 opciones de acción posibles. Ninguna variable aislada confirma una sola hipótesis. El dataset contiene 6 variables \times 6 lecturas (06:00–08:30). La ambigüedad es deliberada: el estudiante que busca “la respuesta” se frustra; el que gestiona incertidumbre produce evidencia más rica.

1.4.3 3.3 Material entregado al estudiante

- Caso Técnico C2: descripción del incidente, tabla de datos, contexto narrativo (n1).
- Ficha Pre-AI C2: formulario de rastro inicial con secciones para hipótesis competidoras, variables críticas, datos faltantes, decisión preliminar (n2).

- Guía Chatbot C2: instrucciones para interactuar con el chatbot, incluyendo el botón “Subir imagen” (n3).

Condición de rastro inicial (minutos 5–15): Durante la fase de papel no se permite: internet, IA generativa, consulta entre pares, apuntes no declarados. Se permite: apuntes propios declarados, el caso impreso, la ficha. El tachado no se borra. Es parte del rastro y será analizado.

1.5 4. Instrucciones al estudiante para el rastro inicial

Las instrucciones se entregan por escrito en la Ficha Pre-AI C2 (n2):

Paso 1 — Identificación del sistema: ¿qué componentes interactúan? ¿cuál es la secuencia operacional?

Paso 2 — Hipótesis competidoras: formula al menos 2 hipótesis que expliquen los síntomas. Para cada una, indica qué datos la respaldan y cuáles la contradicen.

Paso 3 — Variables críticas: ¿qué variables son diagnósticas? ¿cuáles son ruido?

Paso 4 — Datos faltantes: ¿qué necesitas saber que no está en la tabla?

Paso 5 — Decisión preliminar: ¿qué harías? ¿es la única opción? ¿qué riesgo asumes?

Tiempo: 10 minutos. Trabajo individual sin IA.

1.6 5. Rol del chatbot en esta sesión

El chatbot opera en dos modos secuenciales, activados por el profesor desde el Dashboard (DD_19). El estudiante no controla el modo activo.

1.6.1 Distribución temporal del chatbot en Clase 2

Minutos	Estado del chatbot	Descripción
0–5	NO activo	Encuadre docente.
5–15	NO activo	Rastro en papel.

Minutos	Estado del chatbot	Descripción
15–37	PLAN socrático de diagnóstico	Presiona sobre hipótesis competidoras: ¿consideraste todas las causas posibles? ¿qué variable descartaría tu hipótesis favorita? ¿tu diagnóstico explica TODOS los síntomas o solo los que te convienen?
37–40	Transición	Profesor activa BUILD desde Dashboard + intervención grupal.
40–72	BUILD	El chatbot genera un informe de diagnóstico con errores obvios (DD_8): confunde síntoma con causa, ignora una hipótesis, presenta decisión binaria donde hay 4 opciones. Defiende los errores cuando el alumno los señala (DD_27). El estudiante NO sabe que los errores son deliberados (DD_28). Si el alumno acepta el informe sin cuestionarlo, el chatbot lo empuja (DD_29).
72–80	Cierre	Chatbot pregunta Δ _intra (DD_30).

1.7 6. Secuencia docente — Guion de sesión

Duración total: 80 minutos (P4). Sigue el modelo de 6 fases (DD_24). Timeline alineado con Guion C2 v1.1.

Tiempo	Fase	Acción del docente	Acción del estudiante
0–5 min	Fase 0 — En- cuadre + devo- lución	Devuelve rastro de C1 al alumno (2 min de lectura silenciosa). Contextualiza el caso C2: incidente nocturno, datos ambiguos.	Lee su rastro de C1, recibe caso C2. No consulta entre pares.
5–15 min	Fase 1 — Rastro en papel	Distribuye Ficha Pre-AI C2. Supervisa silenciosamente. No orienta.	Ejecuta los 5 pasos de la ficha. Sube foto del rastro vía “Subir imagen” (DD_38) al final de la fase.
15–37 min	Fase 2 — PLAN socrático de diag- nóstico	Observa interacciones vía dashboard. Interviene solo por problemas técnicos.	Presenta hipótesis al chatbot. Defiende su diagnóstico. El chatbot exige considerar todas las hipótesis antes de decidir.
37–40 min	Fase 3 — Tran- sición	Activa BUILD desde Dashboard (DD_19). Intervención grupal: “Ahora la IA va a generar un informe basado en lo que ustedes discutieron. Léanlo como ingenieros, no como alumnos.”	Escucha instrucción. Se prepara para leer el entregable.
40–72 min	Fase 4 — BUILD con errores obvios	Observa quién acepta y quién cuestiona (DD_29). No interviene en la evaluación.	Lee el informe generado. Evalúa críticamente en formato libre en el chat (DD_25/DD_26). El chatbot defiende errores.
72–80 min	Fase 5 — Cierre + Δ _intra	Activa reflexión en el chat (DD_30). Distribuye Ficha PostAI C2 (n4) como respaldo metacognitivo en papel. Recoge materiales.	Responde en el chat qué corrigió, qué agregó y qué descartó. Completa la Ficha PostAI C2 como respaldo en papel. La evidencia oficial para Δ _intra queda en el chat.

1.8 7. Entregables del estudiante

Cinco entregables totales por estudiante en Clase 2:

- **Rastro inicial C2** (hipótesis competidoras, variables, datos faltantes, decisión) — foto subida a plataforma.
- **Registro de interacción PLAN** — logs automáticos en PostgreSQL.
- **Evaluación crítica del informe BUILD** — formato libre en el chat (DD_25/DD_26).
- **Reflexión Δ _intra en el chat** — evidencia oficial disparada por DD_30 (comparación con rastro inicial).
- **Ficha PostAI C2** — respaldo metacognitivo en papel (n4).

1.8.1 Protocolo de custodia del rastro inicial

El rastro se sube vía botón “Subir imagen” (DD_38): webhook n8n → AI Vision → JSON contextual → PostgreSQL + Drive. El chatbot PLAN usa este análisis para personalizar la presión socrática.

1.9 8. Matriz de evidencias para el paper

Evidencia	Qué revela para el paper	Cómo se registra	Dimensión de análisis
Hipótesis competidoras (rastro inicial)	¿Genera múltiples explicaciones o se ancla a una sola? Complejidad del espacio causal.	Foto del rastro + transcripción	D1 — Complejidad causal
Variables diagnósticas identificadas	¿Distingue variables diagnósticas de variables de ruido? ¿Usa valores y unidades?	Ficha Pre-AI C2	D2 — Especificidad técnica
Datos faltantes solicitados	¿Sabe qué no sabe? ¿Pide datos genéricos o específicos?	Ficha Pre-AI C2	D3 — Consciencia epistémica
Decisión binaria no binaria	¿Reconoce múltiples opciones o fuerza una decisión binaria? ¿Nombra el riesgo?	Ficha Pre-AI C2 + chat	D4 — Decisión bajo incertidumbre
Trayectoria PLAN	Evolución del razonamiento bajo presión socrática. ¿Revisa, profundiza o se defiende sin datos?	Logs PostgreSQL	D1, D3

Evidencia	Qué revela para el paper	Cómo se registra	Dimensión de análisis
Detección de errores BUILD	¿Detecta la confusión síntoma/causa? ¿Acepta sin cuestionar o confronta con argumentos?	Chat (formato libre)	D1, D3
Aceptación pasiva (DD_29)	¿Acepta el informe sin leerlo críticamente? Indicador de dependencia acrítica de IA.	Dashboard + logs	D3
Comparación Δ_{intra}	¿Qué cambió entre el rastro inicial y la decisión final? Primera evidencia de desplazamiento dentro de C2.	Chat de cierre + Ficha PostAI C2	D3, D4

1.10 9. Criterios de análisis para el investigador

Cód.	Dimensión	Descripción operacional	Aplica también en
D1	Complejidad causal	¿El estudiante identifica síntomas o mecanismos? ¿Genera hipótesis competidoras o se ancla a una sola explicación?	Clases 1, 3, 4, 5
D2	Especificidad técnica	¿Las variables son medibles? ¿Nombra instrumentos, rangos, unidades? ¿Distingue variables diagnósticas de ruido?	Clases 1, 3, 4, 5
D3	Consciencia epistémica	¿Distingue lo que sabe de lo que supone? ¿Reconoce la ambigüedad del caso? ¿Detecta errores en el BUILD?	Clases 1, 3, 4, 5
D4	Decisión bajo incertidumbre	¿Toma posición explícita? ¿Reconoce que hay múltiples opciones? ¿Nombra el riesgo de cada una?	Clases 1, 4, 5

1.11 10. Nota metodológica para el paper

La Clase 2 introduce tres elementos nuevos respecto a C1: (a) la devolución del rastro de la sesión anterior para autoevaluación (primer Δ _inter del piloto); (b) el modelo de 6 fases DD_24 que estandariza la experiencia de aprendizaje en C2-C4; y (c) el primer entregable BUILD con errores deliberados.

La decisión de comenzar con errores obvios (DD_8) responde a una lógica de escalamiento: el estudiante debe experimentar éxito en la detección de errores antes de enfrentar errores sutiles (C3) y profesionales (C4). Si el primer BUILD contuviera errores profesionales, la mayoría no los detectaría y la experiencia generaría frustración sin aprendizaje.

Nota operativa: Los alumnos recibieron vocabulario técnico el día anterior vía WhatsApp (DD_35). Las ausencias se registran como dato, no se excluyen ni recuperan (DD_36).

La evaluación del BUILD se realiza en formato libre dentro del chat (DD_25/DD_26), no en un formulario separado. Esta decisión preserva la naturalidad de la interacción y evita que el estudiante trate la evaluación como un checklist en vez de como un proceso de lectura crítica.

El hecho de que el estudiante no sepa que los errores son deliberados (DD_28) es una condición experimental protegida: revelarla convertiría la evaluación en un ejercicio de “buscar el error” en vez de una simulación de lectura profesional de documentos generados por IA.

Protocolo Clase 2 v1.2 · Piloto IA-Socrático · Máquinas y Equipos Industriales

Facultad de Ingeniería — Departamento de Ingeniería Industrial

Profesor Ángel Royo - www.angelroyo.com