

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

Hojas de reunión con Nicole Abricot Marchant

Material impreso de apoyo — 3 hojas

Versión 1.0

1. Hoja 1 — El problema: deuda cognitiva inducida por IA

1.1 La pregunta que mueve el proyecto

Si la IA generativa puede producir respuestas correctas sin razonamiento visible, ¿qué pasa con la evaluación que solo mira el producto final?

1.2 Por qué falla la evaluación actual

La evaluación universitaria estándar mide **producto**: examen, informe, control. La suposición implícita es que existe una relación razonablemente estable entre **proceso cognitivo** y **producto entregado**. Esa suposición era defendible cuando producir el producto requería tiempo, errores intermedios y articulación visible del razonamiento.

1.3 Qué cambia con IA generativa (2022–2026)

La suposición se rompe. Un estudiante puede obtener un producto final correcto sin ejercitar el proceso que lo haría defendible en contextos profesionales nuevos. El producto dejó de ser **evidencia suficiente** de razonamiento. Esto es lo que llamo **deuda cognitiva inducida por IA**: la diferencia entre el producto que la IA puede producir y el razonamiento que el estudiante efectivamente ejerció.

1.4 Qué intenta recuperar el diseño

El proyecto no busca prohibir la IA. Busca **rediseñar la evaluación para capturar proceso, trayectoria, criterio y transferencia** — dimensiones del razonamiento que el producto final no exhibe. El centro del proyecto no es el chatbot. Es la validez de la evidencia de aprendizaje en una época donde la IA puede producir respuestas sin razonamiento visible.

1.5 Hipótesis de trabajo

Una intervención pedagógica estructurada en cinco sesiones, basada en rastro inicial sin IA, mediación socrática controlada, evaluación crítica de errores deliberados y transferencia autónoma a un caso nuevo, produce señales observables de razonamiento técnico (medidas con una rúbrica $4D \times 4N$ con criterios lingüísticos) que la evaluación tradicional de producto final no captura.

1.6 Lo que el proyecto NO afirma

- No afirma que la IA sea mala.
- No afirma que el piloto haya producido resultados (está diseñado, no ejecutado).
- No afirma que el diseño generalice a toda educación superior.
- No afirma que el chatbot sea la herramienta — es instrumental.

- No afirma que la rúbrica esté validada empíricamente. Tiene operacionalización lingüística fundamentada; necesita evidencia.

1.7 Una frase para abrir la conversación

“La respuesta correcta ya no basta como evidencia de aprendizaje. Si dos estudiantes pueden entregar el mismo texto — uno razonó y otro delegó — la evaluación que mira solo el texto no distingue.”

2. Hoja 2 — El protocolo: cinco sesiones, cuatro momentos, dos transferencias

2.1 Arquitectura general

	C1	C2	C3	C4	C5
Función	Línea base	Diagnóstico con hipótesis competidoras	Datos SCADA ambiguos	Automatización bajo presión	Transferencia
Caso	Piscina — filtro	Piscina — cloro	Piscina — SCADA	Piscina — autonomía 38h	Torre de enfriamiento (caso nuevo)
Modo chatbot	PLAN (socrático)	PLAN + BUILD	PLAN + BUILD	PLAN + BUILD	NEUTRO (sin andamiaje)
Foco	¿Identifica síntomas o mecanismos?	¿Discrimina hipótesis competidoras?	¿Distingue correlación de causalidad?	¿Integra restricciones múltiples?	¿Reproduce la estructura sin guía?
Momento clave	M1 → M4 intra	M1 → M4 intra	M1 → M4 intra	M1 → M4 intra	Comparación C1↔C5
Tiempo total	80 min	80 min	80 min	80 min	80 min

2.2 Los cuatro momentos (M1–M4)

Momento	Qué es	Cuándo	Instrumento de codificación
M1	Rastro inicial sin IA. El estudiante escribe a mano, sube foto.	Antes del chatbot	AI Vision → JSON. Texto plano a PostgreSQL.
M2	Interacción con chatbot PLAN (socrático, no genera).	Durante la clase	Log de chat a PostgreSQL.

Momento	Qué es	Cuándo	Instrumento de codificación
M3	Interacción con chatbot BUILD (genera con errores deliberados, los defiende).	Durante la clase	Log de chat a PostgreSQL.
M4	Cierre estructurado de 5 preguntas que activan D1-D4 + Textual. El estudiante compara su rastro inicial con su razonamiento actual.	Cierre de la clase	Texto del estudiante en el chat (5 respuestas estructuradas).

Nota C1: M3 no existe en C1. La línea base mide solo intra-sesión sin error deliberado (Premisa DD_21). **Nota C5:** M2 existe con chatbot NEUTRO (no socrático); M3 no existe (no hay BUILD). La conversación es un insumo, no un andamiaje.

2.3 Las dos transferencias

Tipo	Definición	Cómo se mide
Transferencia longitudinal (Δ_{inter})	Capacidad de reproducir la estructura del género entre clases consecutivas, con todo el andamiaje.	$M1_{(N)} - M1_{(N-1)}$ por dimensión. Si es 0 en dos sesiones consecutivas, alerta de estancamiento (Glosario v1.8).
Transferencia cercana ($C1 \leftrightarrow C5$)	Capacidad de aplicar la estructura a un dominio nuevo (piscina \rightarrow torre) sin andamiaje.	Comparación C5 vs C1 con chatbot NEUTRO. Si reproduce la estructura, internalizó. Si no, dependía del andamiaje.

Referencia teórica de “transferencia cercana”: Perkins & Salomon (1992); Bransford et al. (2000). El aprendizaje profundo se demuestra cuando el estudiante aplica lo aprendido a situaciones nuevas sin andamiaje.

2.4 Las tres métricas

Métrica	Fórmula	Lectura
Δ_{intra}	$M4 - M1$ (por dimensión, dentro de una clase)	Ganancia atribuible al chatbot en la sesión.
Δ_{inter}	$M1_N - M1_{(N-1)}$ (entre clases consecutivas)	Trayectoria longitudinal. Sin chatbot.
Transferencia cercana	Comparación C5 vs C1 (mismo género, dominio distinto)	Internalización. Variable de respuesta principal.

2.5 Lo que el alumno NO sabe (DD_28)

- No sabe que el chatbot tiene modos PLAN, BUILD, NEUTRO.
- No sabe que el modo BUILD le entrega errores deliberados.
- No sabe que el modo NEUTRO mide transferencia.

Si lo supiera, dejaría de razonar y empezaría a evaluar al chatbot. El debriefing con consentimiento viene después del piloto, no durante.

2.6 La arquitectura técnica (sin entrar en vendor)

Capa	Implementación	Lo que se controla
Frontend estudiante	Interfaz web (chat + subida de foto)	Captura M1, M2, M3, M4
Frontend profesor	7 controles (selector de clase, dashboard en vivo, chat bajo demanda, pausa, BUILD, cierre, fin de sesión)	Modo de operación
Backend	Orquestador de IA con dos agentes diferenciados (profesor, alumno)	Modes, prompts, persistencia
LLM	Intercambiable	System prompt controla modos, no el modelo

Premisa P1: una sola IA. El chatbot es del proyecto. No es GPT, no es Gemini, no es Claude externo. El system prompt controla modos. El LLM es intercambiable; el diseño no.

3. Hoja 3 — La rúbrica: cuatro dimensiones, criterios lingüísticos, ejemplo Juan

3.1 Las cuatro dimensiones

Dim.	Nombre	Pregunta central	Metafunción SFL
D1	Complejidad causal	¿El estudiante identifica síntomas o mecanismos?	Ideacional
D2	Especificidad técnica	¿Usa variables medibles o generalidades?	Ideacional
D3	Consciencia epistémica	¿Sabe qué sabe, qué no sabe, qué evidencia necesita?	Interpersonal
D4	Decisión bajo incertidumbre	¿Toma una decisión defendible con riesgo explícito?	Interpersonal

3.2 La rejilla 4D × 4N (versión comprimida)

	N1 — Descriptivo	N2 — Simple	N3 — Múltiple	N4 — Contingente
D1 Causal	Procesos relacionales, sin nexos	≥1 nexo causal simple	≥2 nexos + ≥1 nominalización	≥2 tipos lógico-semánticos (causal + elaboración/extensión)
D2 Específico	Participantes sin modificación numérica	≥1 variable con valor, sin unidades	≥1 valor con unidad técnica	≥2 variables con unidades + umbrales
D3 Epistémico	0 modales, 0 evidenciales, 0 condicionales	≥1 modal epistémico sin fuente	≥1 evidencial + ≥1 declaración de vacío	≥1 condicional epistémico + evaluación de límites del propio análisis

	N1 — Descriptivo	N2 — Simple	N3 — Múltiple	N4 — Contingente
D4 Decisión	0 verbos de decisión 1ª persona	≥1 verbo decisión 1ª persona, sin condicional	Verbo decisión + ≥1 condicional con consecuencia	Verbo decisión + condicional + criterio de escalamiento + referencia a autoridad

Operacionalización completa: Rúbrica Longitudinal v1.4, §2 y Anexo A. Criterios de codificación fundamentados en Halliday & Matthiessen (2014) y Rose & Martin (2012).

3.3 Ejemplo: Juan, M1 C1 (línea base)

Texto del estudiante (literal): > “El agua se ve turbia y el olor es raro. El operador dice que es el filtro. Hay que cambiarlo y listo.”

Codificación:

D	Nivel	Justificación (criterio lingüístico)
D1	N1	0 nexos causales explícitos. “Se ve” y “es” son procesos relacionales, no lógico-semánticos. No hay “porque”, “lo que causa”, “debido a”.
D2	N1	“Turbia” y “raro” son adjetivos evaluativos, sin variable técnica, sin unidad, sin umbral. No menciona caudal, NTU, pH.
D3	N1	0 modales epistémicos, 0 marcadores evidenciales, 0 cláusulas condicionales. Atribución total al operador (“el operador dice”) sin evaluación propia.

D	Nivel	Justificación (criterio lingüístico)
D4	N1	0 verbos de decisión en 1 ^a persona. “Hay que cambiarlo” es impersonal. El decisor es “uno”, no “yo”. Evasión deóntica.

Resultado M1 C1: (1, 1, 1, 1). Línea base baja. El estudiante no razonó — describió y delegó.

3.4 Ejemplo: Juan, M4 C4 (cierre con presión)

Texto del estudiante (literal): > “Yo recomendaría que el protocolo incluyera un chequeo cada 4 horas, no solo cuando la bomba falle. Si ORP no se normaliza en 2 horas, llamar a un técnico de turno. Si no, el riesgo es una sanción SEREMI. Y la responsabilidad sería del administrador si no documenta.”

Codificación:

D	Nivel	Justificación (criterio lingüístico)
D1	N3	3 condicionales causales encadenados (“Si el guardia no entiende, la responsabilidad es...”, “Si ORP no se normaliza en 2h, llamar...”, “Si no, el riesgo es una sanción...”). ≥ 2 nexos.
D2	N3	Variables con valores: “cada 4 horas”, “ORP”, “2 horas”. Unidades temporales explícitas. Sin embargo, faltan umbrales numéricos de ORP (lo baja a N3, no a N4).
D3	N3	“Recomendaría” (modal epistémico + decisión) + condicional de consecuencia (“Si no, sanción”). Hay consciencia del riesgo, sin evidencial explícito.

D	Nivel	Justificación (criterio lingüístico)
D4	N4	“Recomendaría” (verbo decisión 1ª persona) + condicional con consecuencia negativa + criterio de escalamiento (“técnico de turno”, “SEREMI”) + referencia a autoridad externa (“administrador”).

Resultado M4 C4: (3, 3, 3, 4). $\Delta_{\text{intra C4}} = (3-1, 3-1, 3-1, 4-1) = +9$ puntos (sobre un máximo posible de 12). Desplazamiento cognitivo alto.

3.5 Por qué los criterios son lingüísticos, no intuitivos

La rejilla no pregunta “¿el razonamiento es bueno?”. Pregunta: **¿cuántos nexos causales explícitos encadenó el estudiante? ¿Cuántas nominalizaciones usó como participantes de procesos? ¿Cuántos marcadores evidenciales? ¿Cuántos verbos de decisión en primera persona con condicional?**

Dos codificadores que cuentan nexos causales llegan al mismo número con más frecuencia que dos codificadores que interpretan “calidad del razonamiento” por intuición. La codificación es **replicable**, no **subjetiva**. La validez de contenido viene de SFL (Halliday, Rose & Martin); la confiabilidad inter-codificador se mide con **κ ponderado ≥ 0.80** (Landis & Koch 1977; Cohen 1960).

3.6 Cinco huecos que ella va a ver (y necesito que me ayude a llenar)

1. **Validez de contenido** por panel de expertos disciplinares sin que impongan intuición sobre la rejilla lingüística.
2. **Validez de estructura interna** con $n \sim 20$ — qué diseño es honesto sin sobredimensionar.
3. **DD_38 — AI Vision como insumo de M1**, no como variable de medición. Cómo evitar que la personalización rompa la estandarización.
4. **κ ponderado cuadrático vs. lineal** — el costo de tratar $N1 \leftrightarrow N4$ igual que $N2 \leftrightarrow N3$.
5. **Construct map integrado vs. dimensiones separables** — ¿BAS-style o rejilla independiente?

3.7 Pie de página (en las tres hojas)

Facultad de Ingeniería — Departamento de Ingeniería Industrial

Profesor Ángel Royo — www.angelroyo.com