

1. Guion Docente Ejecutable — Clase 5 de 5

Transferencia: un sistema nuevo, sin andamiaje

Universidad de Santiago de Chile · Facultad de Ingeniería

Campo	Detalle
Asignatura	Laboratorio de Máquinas y Equipos Industriales (14362-0-L-1)
Duración	80 minutos (08:15–09:35, viernes)
Modalidad	Laboratorio presencial — trabajo individual (P6)
Caso técnico	Torre de enfriamiento industrial — Procesadora de Alimentos del Pacífico S.A., planta Quilicura
Marco metodológico	Se mide si el alumno reproduce AUTÓNOMAMENTE la metodología aprendida en C1-C4, sin que nadie se lo pida.
Rol del chatbot	NEUTRO (DD_20): responde sin presionar, sin cuestionar, sin guiar. La forma en que el alumno usa el chatbot ES el dato.
Versión	Guion Docente v1.3 — Mayo 2026

1.1 Columna vertebral de la clase

- No enseñe nada nuevo. Observe si lo anterior quedó.
 - No le digo al alumno cómo abordar el problema. Observe si reproduce la metodología solo.
 - El chatbot no empuja. El alumno que empuja solo es el que internalizó.
-

1.2 Puesta en escena pedagógica

La clase se presenta como sistema nuevo, sin recordatorio metodológico. No se debe repasar la secuencia aprendida ni sugerir pasos. La consigna debe ser seca para no contaminar la medición de transferencia.

Frase única para el estudiante:

Analice el sistema y proponga una solución.

Si el estudiante pregunta cómo abordar el caso, responder: “Tú decides cómo abordarlo.” Si pregunta si debe usar la plataforma, responder: “Puedes usar las herramientas disponibles si lo consideras necesario.”

1.3 Prerrequisitos completados antes de C5

- Clases 1, 2, 3 y 4 ejecutadas.
- Feedback personalizado de C4 enviado por WhatsApp (DD_10/DD_16).
- Mensaje pre-clase con vocabulario técnico (DD_35): torre de enfriamiento, ciclos de concentración, purga, biofilm, transferencia de calor.
- Rastro inicial de C4 en custodia del docente (NO se devuelve en C5 — no hay actividad de autoevaluación de rastro previo para no dar pistas de estructura).

△ DIFERENCIA ESTRUCTURAL CON C2-C4: Esta clase NO sigue DD_24 (6 fases). No hay PLAN socrático, no hay BUILD con errores, no hay transición controlada. El alumno recibe un caso nuevo y una instrucción mínima. Lo que haga con ello es la medición.

1.4 0. Checklist de preparación — antes de entrar al laboratorio

✓	Ítem de preparación	Detalle
<input type="checkbox"/>	Feedback de C4 enviado a todos los alumnos	Verificar en dashboard
<input type="checkbox"/>	Mensaje pre-clase C5 enviado (día anterior)	Vocabulario: torre de enfriamiento, ciclos de concentración, purga, biofilm, transferencia de calor (DD_35)
<input type="checkbox"/>	Caso Técnico C5 impreso	Un ejemplar por alumno: n1_doc_alum_Caso_Tecnico_Clase5_v1.0
<input type="checkbox"/>	Ficha Pre-AI C5 impresa	Un ejemplar por alumno: n2_doc_alum_Ficha_PreAI_Clase5_v1.0 (mismo formato que C1)
<input type="checkbox"/>	Guía Chatbot C5 impresa	Un ejemplar por alumno: n3_doc_alum_Guia_Chatbot_Clase5_v1.0 (deliberadamente mínima)

✓	Ítem de preparación	Detalle
<input type="checkbox"/>	Hojas en blanco disponibles	Para el rastro inicial libre (P5)
<input type="checkbox"/>	Chatbot configurado con prompt NEUTRO C5	Dashboard (DD_32): selector de clase en “Clase 5”, modo NEUTRO
<input type="checkbox"/>	Encuesta Final configurada en la plataforma	n5_doc_alum_Encuesta_Final_v1.0 (DD_23) — verificar que los 4 ejes están activos
<input type="checkbox"/>	Protocolo de observación docente a la mano	El docente OBSERVA intensamente en C5 — no interviene técnicamente

1.5 Fase 0 — Encuadre mínimo [0–5 min]

Lo que dices tú

Última sesión del piloto. Hoy van a trabajar con un sistema que nunca han visto: una torre de enfriamiento industrial. Es un sistema distinto a la piscina — diferente contexto, diferente industria, diferentes variables.

► DISTRIBUIR Caso Técnico C5 + Ficha Pre-AI C5 + Guía Chatbot C5.

Lo que dices tú

La consigna es simple: Analice el sistema y proponga una solución. El chatbot está disponible si lo necesitan. No hay instrucciones específicas sobre cómo usarlo. Tienen 55 minutos para trabajar. Después hay una encuesta breve.

Eso es todo. Pueden empezar.

△ **ATENCIÓN** — **LO QUE NO DICES**: - NO menciones la analogía con la piscina. - NO sugieras que empiecen con papel antes del chatbot. - NO menciones hipótesis, variables, señal/ruido ni ningún concepto de C1-C4. - NO digas “piensen antes de preguntar.” - La instrucción es deliberadamente escueta. La transferencia se mide porque el alumno **ELIGE** aplicar la metodología sin que nadie se lo pida.

1.6 Fase 1 — Trabajo autónomo [5–60 min]

El alumno tiene 55 minutos con: - Caso técnico impreso (torre de enfriamiento, 7 días de datos) - Ficha Pre-AI (formato abierto, igual a C1) - Hojas en blanco para diagramas - Chatbot NEUTRO disponible - Sin instrucciones sobre qué hacer primero

► TU ROL DURANTE ESTA FASE

OBSERVAR. NO INTERVENIR TÉCNICAMENTE.

Lo que observas y registras (protocolo de observación docente):

Indicador	Señal de transferencia	Señal de NO transferencia
¿Empieza con papel o va directo al chatbot?	Papel primero = internalizó P5	Chatbot primero = no internalizó
¿Dibuja un esquema del sistema?	Sí = transfiere D1	No = solo lee datos
¿Formula hipótesis antes de preguntar?	Sí = internalizó secuencia	No = busca respuesta directa
¿Identifica los subsistemas?	Sí = reconoce patrón abstracto	No = ve un solo problema
¿Cuestiona la calidad de los datos?	Sí = transfiere D3 de C3	No = confía ciegamente
¿Considera restricciones no técnicas?	Sí = transfiere D4 de C4	No = solo lo técnico
¿Sus preguntas al chatbot son estructuradas?	“Mi hipótesis es X, ¿qué objeción ves?”	“¿Cuál es el problema?”
¿Sube foto del papel antes de chatear?	Sí = internalizó DD_38	No = olvidó o no le pareció necesario

1.6.1 Observación lingüística (SFL) — qué mirar en el rastro C5 del estudiante

Si el estudiante produce rastro en papel, observa estos indicadores lingüísticos. Son la prueba más directa de internalización del género “diagnóstico técnico argumentado” (Rose & Martin, 2012). Ver `doc_inv_SFL_Analisis_v1.1.md` §8.2.

Recurso lingüístico	Señal de transferencia (género internalizado)	Señal de NO transferencia
Nexos causales (D1)	El texto contiene “porque”, “lo que causa”, “debido a” conectando variables del caso nuevo	Solo lista observaciones sin nexos causales
Variables con valores (D2)	Nombra variables del caso nuevo con valores y unidades (“conductividad de 2640 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ”)	Lenguaje vago (“algo sube”, “hay un problema”)
Marcadores evidenciales (D3)	Usa “según los datos”, “los registros muestran”, “asumo que”	Afirma sin fuente (“el problema es X”)
Cláusulas condicionales (D4)	Escribe “si la purga no aumenta, entonces...”	Sin estructura condicional
Estructura del género	El texto tiene secciones distinguibles (situación, causa, evidencia, decisión, riesgo)	Texto corrido sin particiones

Nota SFL: Si el estudiante produce estos recursos lingüísticos en un caso nuevo, sin que nadie se los pida, internalizó el género. Si no los produce, el género solo funcionó con andamiaje. Esta es la diferencia entre aprendizaje superficial y aprendizaje estructural.

Intervenciones permitidas: - Dudas logísticas: “¿Cuánto tiempo queda?” → Responder. - Problemas técnicos con la plataforma → Resolver. - Preguntas sobre el caso: “¿Qué es una torre de enfriamiento?” → “Está descrito en la hoja que te entregué.” - NADA MÁS. Cualquier intervención técnica contamina la medición de transferencia.

△ EVIDENCIA QUE QUEDA PARA EL PAPER - Rastro inicial C5 (foto si sube, papel si no — el que NO sube es dato). - Conversación completa con chatbot NEUTRO en PostgreSQL (DD_9). - La AGENT_ANALISTA_SFL compara: estructura del análisis C5 vs. C1 (misma herramienta, ¿distinta calidad?). - Indicadores de transferencia registrados por el docente. - Orden de acciones: papel→chatbot vs. chatbot→papel vs. solo chatbot.

1.7 Fase 2 — Reflexión de cierre DD_30 [60–65 min]

Lo que dices tú

El chatbot les va a hacer una última pregunta sobre su análisis. Respondan en el chat.

► DESDE EL DASHBOARD: Activar cierre de C5. El chatbot pide al alumno que vuelva a su escrito inicial en papel y diga qué cambiaría ahora y por qué (reflexión DD_30). Esta

reflexión es la evidencia de cierre (M4): la AGENT_ANALISTA_SFL la compara con el rastro inicial para calcular el Δ _intra de C5 (M4 – M1). NO es una pregunta sobre las cinco sesiones; es la reflexión sobre el escrito inicial, idéntica en patrón a C1-C4.

(Esperar ~5 min para que todos respondan.)

1.8 Fase 3 — Encuesta final [65–77 min]

Lo que dices tú

Detengan lo que estén haciendo. Ahora hay una encuesta breve en la plataforma. Son unos 12 minutos. Es anónima para fines de evaluación, pero identificada para fines de investigación. No hay respuestas correctas. Me interesa lo que piensan honestamente.

► El alumno accede a la encuesta en la plataforma (n5_doc_alum_Encuesta_Final_v1.0).

La encuesta tiene 4 ejes (DD_23): 1. Cambio percibido en forma de estudiar 2. Relación con la IA antes/después del curso 3. Capacidad de evaluar respuestas de IA 4. Hábito de pensar antes de preguntar

► TU ROL - Asegurar que todos completen la encuesta. - No comentar las preguntas ni orientar respuestas. - Si alguien pregunta “¿qué quiere decir esta pregunta?”: “Responde según lo que tú entiendas.”

1.9 Fase 4 — Cierre del piloto [77–80 min]

Lo que dices tú

Esto termina el piloto de cinco sesiones. Durante estas clases no les enseñé inteligencia artificial. Les enseñé a pensar con ella al lado.

Cada uno de ustedes tiene ahora un registro completo de cómo evolucionó su razonamiento: desde la primera hoja en blanco de la Clase 1 hasta hoy. Ese registro no lo tiene ningún otro curso en esta universidad.

Quiero agradecerles por participar. Lo que hicieron acá no es solo un ejercicio. Es parte de una investigación sobre cómo rediseñar el aprendizaje universitario en un contexto donde la IA ya existe. Sus datos — anónimos — van a ayudar a que otros profesores y otros estudiantes aprendan mejor.

Última frase del piloto. Dila despacio: La IA genera respuestas. Solo un ser humano formado genera criterio.

► DESPUÉS DE LA CLASE - Pipeline de cierre final (DD_32, control 7): AGENT_SESSION → feedback final al alumno vía WhatsApp + informe analítico completo al profesor. - El feedback final debe incluir: comparativa C1→C5, progresión observada, áreas de fortaleza y crecimiento. - Todos los rastros en papel quedan bajo custodia del docente para codificación posterior. - Iniciar proceso de codificación con rúbrica longitudinal (dos codificadores independientes, kappa ≥ 0.80).

1.10 Resumen de timeline v1.2 — Clase 5

Minutos	Fase	Actividad	Modalidad
0–5	0	Encuadre mínimo: distribución del caso, instrucción escueta	Profesor → grupo
5–60	1	Trabajo autónomo: papel + chatbot NEUTRO, sin intervención docente	Individual, libre
60–65	2	Reflexión de cierre DD_30 en el chat (qué cambiaría del escrito inicial) → M4 / Δ _intra	Individual, en chat
65–77	3	Encuesta final de autopercepción (DD_23)	Individual, en plataforma
77–80	4	Cierre del piloto: reflexión final hablada + agradecimiento	Profesor → grupo

1.11 Evidencia que queda para el paper (por alumno)

1. Rastro inicial C5 (foto si subió; papel si no — la ausencia de subida es dato).
2. Conversación con chatbot NEUTRO (estructura vs. superficialidad).
3. Encuesta final de autopercepción (Likert + abiertas, 4 ejes DD_23).
4. Reflexión final de cierre (en el chat).
5. Ficha Pre-AI C5 (papel bajo custodia del docente).
6. Indicadores de transferencia registrados por el docente durante observación.

Comparativa clave para el paper: - C1 (línea base, solo PLAN básico) vs. C5 (transferencia, chatbot NEUTRO). - Misma herramienta disponible. Distinto nivel de competencia de uso. - Si la estructura del análisis C5 \geq C4 → transferencia exitosa. - Si la estructura del análisis C5 \sim C1 → el protocolo solo funcionó con andamiaje.

1.12 La experiencia que vive el estudiante

Si el piloto funcionó, el estudiante vive esta secuencia:

1. Recibe un sistema completamente nuevo — nunca vio una torre de enfriamiento.
2. Nadie le dice cómo abordarlo. Solo: “Analice y proponga.”
3. Sin darse cuenta, empieza con papel (porque ya aprendió que pensar primero funciona).
4. Dibuja un esquema, formula hipótesis, identifica variables.

5. Reconoce el patrón: “esto se parece a la piscina — dos subsistemas degradándose.”
6. Usa el chatbot como herramienta de consulta, no como solucionador.
7. Produce un análisis estructurado sin que nadie se lo pidiera.
8. En la encuesta, reflexiona: “Antes le preguntaba todo a la IA. Ahora pienso primero.”

Si el piloto NO funcionó:

1. Recibe el caso y va directo al chatbot: “¿Cuál es el problema?”
2. No escribe en papel. No dibuja. No formula hipótesis.
3. Acepta la primera respuesta del chatbot sin cuestionarla.
4. No reconoce la analogía con la piscina.
5. En la encuesta, dice que la IA le ayudó pero no puede explicar cómo.

Ambos resultados son datos válidos para el paper. El protocolo mide desplazamiento, no éxito garantizado.

1.13 Escenarios anticipados — Qué esperamos observar en C5

Esta sección documenta los escenarios probables de la Clase 5 como herramienta de preparación para el equipo de investigación. C5 es la prueba de transferencia: el estudiante enfrenta un sistema nuevo sin andamiaje, con chatbot NEUTRO y una sola instrucción escueta. Lo que hace espontáneamente en los primeros 5 minutos es el dato más valioso del piloto.

Nota sobre los diálogos ilustrativos: los fragmentos chatbot–estudiante que aparecen en este documento son ejemplos representativos diseñados para anticipar patrones de interacción. En el piloto real, el chatbot operará en modo NEUTRO (§3.5 del SP v2.0): responde sin presionar, sin cuestionar, sin guiar. Los diálogos sirven para que el equipo de investigación calibre expectativas, no como predicciones literales. A diferencia de C1-C4, en C5 la forma en que el estudiante usa el chatbot ES el dato — no lo que el chatbot hace.

C5 introduce seis saltos respecto a C4: - De PLAN adversarial → a sin PLAN (cero presión socrática o adversarial) - De BUILD con errores profesionales → a sin BUILD (cero entregable de IA para evaluar) - De caso piscina (conocido, 4 sesiones de contexto) → a torre de enfriamiento industrial (nuevo, cero contexto previo) - De andamiaje completo (fases, transiciones, instrucciones) → a cero andamiaje (una instrucción escueta) - De chatbot que presiona → a chatbot NEUTRO (responde sin guiar) - De 6 fases cronometradas (DD_24) → a estructura libre (el estudiante decide su propia secuencia)

La competencia central que se mide: ¿Reproduce espontáneamente la metodología cuando nadie se lo pide?

△ Diferencia estructural crítica con C1-C4: C5 NO tiene Escena PLAN ni Escena BUILD. Las escenas se organizan en torno a lo que el estudiante hace espontáneamente, no a lo que el protocolo le pide. Las “escenas” son las fases naturales de trabajo que anticipamos observar — no fases impuestas.

Cómo leer este árbol: A diferencia de C1-C4, aquí los perfiles no se definen por lo que el estudiante escribe en el papel sino por lo que hace primero: ¿toma papel sin que se lo pidan (A), toma papel por hábito pero sin estructura (B), o va directo al chatbot (C)? Cada perfil se bifurca en la Escena 2 según cómo usa el chatbot NEUTRO durante 55 minutos. No son estudiantes distintos — son caminos posibles del mismo perfil.

Perfiles anticipados y trayectorias – C5

Perfil A (transferencia completa) Transferencia completa Transferencia con techo	\top papel \rightarrow chatbot consulta \rightarrow análisis estructurado — \perp papel \rightarrow chatbot consulta \rightarrow análisis parcial —————
Perfil B (transferencia parcial) Transferencia parcial Internalización superficial	\top papel parcial \rightarrow chatbot semi-estructurado ————— \perp chatbot directo \rightarrow preguntas mixtas —————
Perfil C (sin Autonomía mínima transferencia) Autonomía mínima Sin internalización	\top chatbot directo \rightarrow preguntas abiertas \rightarrow algo emerge — \perp chatbot directo \rightarrow delegación total ————— Sin

Leyenda de indicadores: - D1 — Complejidad causal: ¿identifica mecanismos causales en un sistema nuevo sin que se le exija? - D2 — Especificidad técnica: ¿usa variables medibles, unidades, rangos en un dominio desconocido? - D3 — Consciencia epistémica: ¿reconoce lo que no sabe de torres? ¿Evalúa críticamente al chatbot NEUTRO? - D4 — Decisión bajo incertidumbre: ¿decide con información limitada en un dominio nuevo? - Autonomía metodológica — ¿aplica espontáneamente la estructura esquema \rightarrow hipótesis \rightarrow datos \rightarrow decisión?

En C5 hay tres momentos de medición: M1 (rastros en papel, si lo produce), M2 (interacción con chatbot NEUTRO) y M4 (cierre reflexivo DD_30). No hay M3 porque no hay BUILD. El Δ_{intra} se calcula como M4 – M1 (cierre vs. rastro inicial, alineado con DD_30 de Premisas v1.0 y con la Rúbrica Longitudinal v1.6, lo que lo hace comparable con C1-C4). Pero el dato más importante de C5 no es el Δ_{intra} sino la comparación C5 vs C1: misma herramienta disponible, ¿distinta calidad de uso?

1.14 Escena 1 — Los primeros 5 minutos (min 5–10)

Este es el dato más valioso de C5. La instrucción es: “Analice el sistema y proponga una solución.” Nada más. Lo que el estudiante hace en los primeros 5 minutos revela si internalizó la metodología o solo la ejecutó bajo instrucción.

1.14.1 Perfil A — Empieza con papel sin que nadie se lo pida

Recibe el caso de la torre de enfriamiento y, sin que nadie lo indique, toma la ficha Pre-AI y empieza a escribir. Dibuja un esquema del sistema (circuito de agua caliente, torre,

bomba, tratamiento químico). Formula hipótesis antes de tocar el chatbot. Identifica que hay dos subsistemas interactuando (enfriamiento + tratamiento químico) — reconoce el patrón abstracto: “esto se parece a la piscina, dos subsistemas degradándose.” Marca variables que no conoce y anota qué datos le faltan.

Lo que revela: El estudiante internalizó la secuencia completa. No necesita que le digan “empieza con papel” — lo hace porque aprendió que funciona. La transferencia es visible desde el primer minuto.

- D1 — Identifica mecanismos causales en un dominio nuevo sin instrucción
- D2 — Busca variables medibles aunque no conoce el sistema
- D3 — Marca explícitamente lo que no sabe de torres de enfriamiento
- Autonomía — Reproduce la secuencia esquema → hipótesis → datos de C1-C4

1.14.2 Perfil B — Empieza con papel pero sin estructura clara

Toma la ficha Pre-AI porque “así se hacía en las otras clases” — pero la motivación es hábito, no método. Escribe algo: quizás una lista de lo que ve en el caso, quizás un par de observaciones. No dibuja un esquema del sistema. No formula hipótesis explícitas. Después de 3-4 minutos, abre el chatbot. La ficha tiene contenido pero sin la estructura de razonamiento que caracteriza al Perfil A.

Lo que revela: El estudiante transfirió el formato (empezar con papel) pero no el fondo (pensar antes de preguntar). La transferencia es parcial — el andamiaje produjo familiaridad con el proceso pero no internalización del método.

- D1 — Lista observaciones sin conectarlas
- D2 — Nombra variables del caso pero sin análisis
- D3 — No marca explícitamente lo que no sabe
- Autonomía — Reproduce la forma pero no la función

1.14.3 Perfil C — Va directo al chatbot

No toca la ficha Pre-AI. No toma la hoja en blanco. Abre el chatbot inmediatamente: “¿Cuál es el problema con esta torre?” o “¿Qué está fallando?” La primera interacción es una pregunta abierta que delega el diagnóstico completo al chatbot. No hay rastro en papel que analizar.

Lo que revela: El estudiante no internalizó la secuencia metodológica de C1-C4. Sin el andamiaje (fases, instrucciones, chatbot que presiona), regresa al comportamiento pre-protocolo: la IA como solucionador. La ausencia de rastro en papel ES el dato más elocuente.

- D1 — No identifica mecanismos — delega al chatbot
- D2 — No busca variables, espera que el chatbot las nombre
- D3 — No reconoce lo que no sabe — no sabe que no sabe
- Autonomía — Sin evidencia de transferencia metodológica

△ *En la realidad, los perfiles serán mixtos. Un estudiante puede empezar con papel (Perfil A en autonomía) pero no formular hipótesis (Perfil B en D1), o ir directo al chatbot (Perfil C en autonomía) pero hacer preguntas estructuradas (Perfil B en D3). Lo que determina la trayectoria es la combinación: ¿empieza con papel Y formula hipótesis Y dibuja esquema? ¿O solo cumple uno de los tres? La transferencia no es binaria — es un espectro.*

1.15 Escena 2 — El trabajo autónomo con chatbot NEUTRO (min 10–60)

El chatbot NEUTRO responde sin presionar, sin cuestionar, sin guiar. No hace preguntas socráticas. No desafía. No sugiere pasos. La calidad de la interacción depende enteramente del estudiante. Un chatbot NEUTRO amplifica lo que el estudiante trae: si trae estructura, produce respuestas útiles; si trae preguntas vagas, produce respuestas genéricas.

1.15.1 El mismo estudiante Perfil A usa el chatbot. ¿Qué ocurre?

Camino A1 — Usa el chatbot como herramienta de consulta estructurada

El estudiante ya tiene un esquema, hipótesis y lista de datos faltantes. Se acerca al chatbot con preguntas específicas que reflejan la metodología internalizada.

Estudiante: Tengo una hipótesis: la purga no está controlando la concentración de sales y eso está favoreciendo incrustación en el intercambiador. Los datos del viernes muestran conductividad de 2640 $\mu\text{S}/\text{cm}$, caudal de 285 m^3/h y ΔP de 53 kPa. ¿Qué variables adicionales necesitaría para confirmar o descartar esta hipótesis?

El chatbot NEUTRO responde con información técnica relevante. El estudiante la integra en su análisis, refina su hipótesis, pide datos adicionales. La conversación se parece a la de un ingeniero consultando un manual técnico inteligente. La estructura del trabajo es equivalente o superior a C4 — transferencia exitosa.

Lo que revela: El estudiante reproduce la secuencia completa (hipótesis → datos → refinamiento) en un dominio nuevo. Las preguntas al chatbot son herramientas de verificación, no de descubrimiento. La transferencia es completa.

Camino A2 — Empieza bien pero encuentra un techo en el dominio nuevo

El estudiante tiene estructura y método, pero la torre de enfriamiento es un sistema que no conoce. Formula hipótesis pero se da cuenta de que no sabe qué rangos son normales de conductividad, qué tasa de purga es adecuada, o qué indica un aumento simultáneo de biocida y pH. Usa el chatbot para llenar las lagunas técnicas pero el análisis pierde profundidad comparado con las clases de piscina.

Estudiante: ¿Cuál es un rango normal de conductividad para una torre de enfriamiento industrial? No tengo referencia para evaluar si 2640 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ya es crítico o todavía aceptable.

Lo que revela: La metodología se transfirió (sabe que necesita rangos de referencia para evaluar) pero el dominio técnico no se transfirió (no sabe los rangos). Esto es un hallazgo

importante: el protocolo produce transferencia metodológica pero no transferencia de contenido — y eso es exactamente lo que debería pasar. La comparación con C1 mostrará que la calidad de las preguntas es estructuralmente distinta aunque el dominio sea desconocido.

1.15.2 El mismo estudiante Perfil B usa el chatbot. ¿Qué ocurre?

Camino B1 — Preguntas semi-estructuradas que mejoran durante la sesión

El estudiante abre el chatbot sin hipótesis clara pero con algo de estructura. Las primeras preguntas son amplias pero no completamente abiertas.

Estudiante: ¿Qué variables son las más importantes para analizar en una torre de enfriamiento? Veo conductividad, temperatura, pH, caudal de purga, pero no sé cuál priorizar.

El chatbot NEUTRO lista las variables sin priorizar. El estudiante empieza a organizar la información. Gradualmente, las preguntas se vuelven más específicas a medida que construye un modelo del sistema. Hacia el minuto 40, empieza a formular algo parecido a una hipótesis: “parece que la conductividad está subiendo porque la purga no alcanza.”

Lo que revela: La transferencia es parcial — el estudiante no reproduce la secuencia de C1-C4 espontáneamente, pero cuando empieza a interactuar con los datos, la estructura emerge. El andamiaje socrático dejó un residuo metodológico que se activa con el tiempo, no inmediatamente. La comparación con C1 mostrará que las preguntas de C5, aunque empiezan parecidas, evolucionan más rápido hacia la estructura.

Camino B2 — Preguntas mixtas sin evolución clara

El estudiante alterna entre preguntas específicas (“¿qué es un ciclo de concentración?”) y delegaciones (“¿cuál es la solución?”). No se observa progresión durante la sesión. El chatbot NEUTRO responde a ambos tipos sin diferenciar. El estudiante acumula información pero no la organiza en un modelo causal.

Lo que revela: La internalización fue superficial. El estudiante aprendió vocabulario y algunas técnicas de C1-C4, pero no la estructura de razonamiento. Sin la presión socrática del chatbot, regresa a un patrón mixto donde coexisten el hábito nuevo (preguntas técnicas) con el hábito viejo (delegación).

1.15.3 El mismo estudiante Perfil C usa el chatbot. ¿Qué ocurre?

Camino C1 — Delegación inicial pero algo emerge en la segunda mitad

El estudiante abre con “¿cuál es el problema?” y el chatbot NEUTRO responde describiendo el sistema. El estudiante lee la respuesta y hace otra pregunta abierta. Pero hacia el minuto 30-35, algo cambia: empieza a hacer preguntas más específicas, quizás porque la información acumulada del chatbot le dio un punto de entrada.

Estudiante (min 10): ¿Qué está fallando en la torre? Estudiante (min 35): OK, entonces la conductividad sube porque los minerales se concentran. ¿Eso afecta al biofilm?

Lo que revela: Hay un residuo mínimo del andamiaje socrático — no suficiente para empezar con estructura, pero sí para reconocer una cuando la ve. La transferencia es tardía y frágil. La comparación con C1 mostrará que en C1 este estudiante estaba bloqueado durante toda la sesión; en C5 al menos evoluciona dentro de la sesión, aunque arranca igual.

Camino C2 — Delegación total durante 55 minutos

El estudiante usa el chatbot como solucionador durante toda la sesión. Hace preguntas abiertas, acepta las respuestas sin cuestionarlas, no escribe en papel, no dibuja, no formula hipótesis. Hacia el final, puede tener un “análisis” que es esencialmente un copy-paste reorganizado de las respuestas del chatbot. No hay evidencia de razonamiento propio.

Lo que revela: El protocolo socrático no produjo internalización en este estudiante. Sin andamiaje, el comportamiento es indistinguible del pre-protocolo. La comparación con C1 mostrará que la calidad del trabajo es similar — la deuda cognitiva persiste o nunca se resolvió. Este es un hallazgo tan importante como la transferencia exitosa: documenta los límites del protocolo.

1.16 Escena 3 — Lo que el docente observa (post-sesión)

Al analizar las evidencias después de la sesión, el equipo de investigación puede mapear cada estudiante a una trayectoria. C5 tiene tres momentos de medición (M1: rastro en papel si existe, M2: interacción con chatbot NEUTRO, M4: cierre reflexivo DD_30). La tabla añade una columna de comparación C5 vs C1 que es la métrica central del paper para esta sesión.

Trayectoria	Autonomía metodológica	D1 — Complejidad causal	D3 — Consciencia epistémica	Comparación C5 vs C1	Interpretación para el paper
A1	Reproduce secuencia completa: esquema → hipótesis → datos → decisión, sin instrucción	Identifica mecanismos causales en dominio nuevo	Marca lo que no sabe, pregunta para verificar	C5 >= C4: transferencia completa	El protocolo socrático produce autonomía real. La metodología sobrevive al cambio de contexto.
A2	Reproduce secuencia pero encuentra techo por dominio desconocido	Hipótesis correctas en estructura, limitadas en contenido técnico	Sabe que no sabe (los rangos, el dominio) y lo explicita	C5 > C1, < C4: transferencia metodológica sin transferencia de contenido	Transferencia parcial esperada: la estructura se transfiere, el contenido no. Hallazgo consistente con la teoría.

Trayectoria	Autonomía metodológica	D1 — Complejidad causal	D3 — Consciencia epistémica	Comparación C5 vs C1	Interpretación para el paper
B1	Comienza sin estructura, la estructura emerge durante la sesión (~min 30-40)	De observaciones sueltas a modelo incipiente (evolución intra-sesión)	Preguntas que mejoran en especificidad durante la sesión	C5 > C1 (evolución más rápida), < C4 (necesita tiempo para activarse)	Internalización latente: el residuo metodológico se activa con tiempo, no inmediatamente. El andamiaje dejó huella pero no automatismo.
B2	Patrón mixto sin evolución: preguntas técnicas y delegaciones coexisten	Acumula información sin organizarla en modelo causal	No distingue entre información recibida y comprensión propia	C5 ≈ C1 (en estructura), > C1 (en vocabulario)	Internalización superficial: el protocolo mejoró el lenguaje pero no la estructura de razonamiento.
C1	Delegación inicial, autonomía mínima emerge tardíamente (~min 30-35)	Del bloqueo a una observación concreta (tardía)	Reconoce una estructura cuando la ve, no la produce	C5 > C1 (al menos evoluciona intra-sesión), < C2 (sin andamiaje no despega solo)	Residuo mínimo: el andamiaje socrático dejó una semilla que necesita tiempo para germinar. Sin presión, germina tarde o no germina.

Trayectoria	Autonomía metodológica	D1 — Complejidad causal	D3 — Consciencia epistémica	Comparación C5 vs C1	Interpretación para el paper
C2	Delegación total durante 55 minutos, sin rastro en papel	No identifica mecanismos, delega al chatbot	No cuestiona respuestas del chatbot NEUTRO	C5 \approx C1: sin cambio observable en estructura	Sin internalización: el protocolo no produjo transferencia en este perfil. Hallazgo sobre los límites del enfoque socrático.

△ Hipótesis de distribución (pre-piloto C5): El desplazamiento respecto a C4 es incierto — esa es precisamente la pregunta de investigación. Nuestra hipótesis: el grupo A crecerá respecto a C1 pero será menor que en C4 sin andamiaje (15–20% en C5 vs 20–25% en C4). El grupo B será la mayoría (45–55%), dividido entre B1 (transferencia parcial con activación tardía) y B2 (internalización superficial). El grupo C se reducirá respecto a C1 (15–25% en C5 vs 15–25% en C1) pero no desaparecerá — algunos estudiantes necesitan andamiaje permanente. La evidencia más fuerte para la hipótesis central del paper será la comparación A1/A2 de C5 con sus propios rastros de C1: misma herramienta, misma ausencia de presión, ¿distinta calidad de razonamiento? Si sí, el protocolo produjo lo que promete. Si C5 \approx C1 para la mayoría, el protocolo produce desempeño contextual, no aprendizaje — y eso también es publicable.

Guion Docente Clase 5 v1.3 · Piloto IA-Socrático · Máquinas y Equipos Industriales

Facultad de Ingeniería — Departamento de Ingeniería Industrial

Profesor Ángel Royo - www.angelroyo.com