Universidad de los Andes Colombia | Facultad de Educación

Inteligencia artificial como andamio cognitivo

Una experiencia en cálculo de grado undécimo





Héctor Enrique Banquez Buendía

Cartagena de indias

Comunicación de innovación · UED

Universidad de los Andes · 3 de noviembre de 2026

RECORRIDO

Cuatro partes de la investigación

01

El problema

02

El diseño del andamio

03

Lo que pasó en el aula

04

Lo que aprendimos

Universidad de los Andes Colombia | Facultad de Educación

01

El problema

Una IA fluida no es lo mismo que una IA válida



UNA ESCENA DEL AULA

El estudiante ya tenía el número; le faltaba la garantía

ESTUDIANTE

«$A'(x) = 0$ me da $x = 10$ y listo, eso es el máximo».

TUTOR

«Cuidado: derivada cero también la tienen los mínimos y los puntos de inflexión con tangente horizontal».

¿Qué le habrían preguntado ustedes?

Fragmento de la conversación del estudiante E27 · ortografía normalizada

EL PROBLEMA

A las 9 p. m., el estudiante está solo frente al problema

Soledad

En la práctica a distancia no hay a quién preguntar cuando el procedimiento se traba.

Mecanización

La IA de uso libre resuelve por él: entrega el resultado y el razonamiento no ocurre.

El reto de diseño: ¿puede la IA acompañar sin reemplazar el razonamiento?

UN ANTECEDENTE

Una respuesta puede ser impecable y, a la vez, falsa

	VALIDEZ BAJA	VALIDEZ ALTA
FLUIDEZ ALTA	**Fluido y falso** El riesgo propio de la matemática	**Fluido y correcto** Utilizable con revisión
FLUIDEZ BAJA	**Confuso y falso** Se descarta sin esfuerzo	**Correcto y áspero** Exige reescritura

7 de 9

docentes en ejercicio, en uno de los estudios revisados, dieron por correcta una resolución errónea

Y solo recalibraron tras constatar el error.

Si a los docentes se les escapa, ¿qué le pasa a un estudiante solo a las 9 p. m.?

Fuente: estudio incluido en la revisión integrativa de 32 estudios de Banquez Buendía (2026) · RIEPY

LA PROPUESTA

Del uso libre de la IA a un andamio intencional

1

Guía

La plataforma educativa del colegio aloja las instrucciones, el problema y el prompt.

2

Prompt docente

Pegado en ChatGPT, el tutor verifica, gradúa la ayuda y exige justificar.

3

Entregas

La conversación, el argumento final del estudiante y una encuesta.

EL PROBLEMA

Con 40 m de malla y un muro como uno de los lados, ¿qué medidas dan al corral el área máxima? Resuelve y justifica tu respuesta.

Universidad de los Andes Colombia | Facultad de Educación

02

El diseño del andamio

Cinco versiones del prompt y un juicio docente detrás de cada una

EL DISEÑO

Cinco versiones del prompt, cada una nació de un incidente

V1.0

Toulmin rígido

Validó un paso falso, −4x = 0, y leyó una respuesta fuera de contexto.

V2.0

Verificar y graduar

Resolvió de más y entregó una síntesis lista para copiar.

V3.0

Proteger la autoría

Ante peticiones repetidas, resolvió el problema por entregas.

V3.1

Participación verificable

No aclaró una respuesta ambigua y pidió cerrar sin el dominio.

V3.2

Cierre exigente

Aclara antes de corregir y no cierra sin dominio ni máximo global. Es la versión aplicada.



Fuente: mejoramiento del prompt · pilotos con dos estudiantes y pruebas propias

LO QUE ENSEÑÓ EL DISEÑO

Tres reglas que el tutor necesitó por escrito

1

Verificar antes de validar

Una pregunta socrática no compensa aprobar un paso falso.

2

Ayudar sin resolver por entregas

Cada ayuda exige una acción del estudiante antes del paso siguiente.

3

No cerrar sin dominio ni máximo global

El argumento final lo escribe el estudiante, sin párrafo modelo.

Un tutor puede ser matemáticamente correcto y, aun así, razonar por el estudiante.

EL JDMO: JUICIO DIDÁCTICO-MATEMÁTICO SOBRE EL OUTPUT DE IA

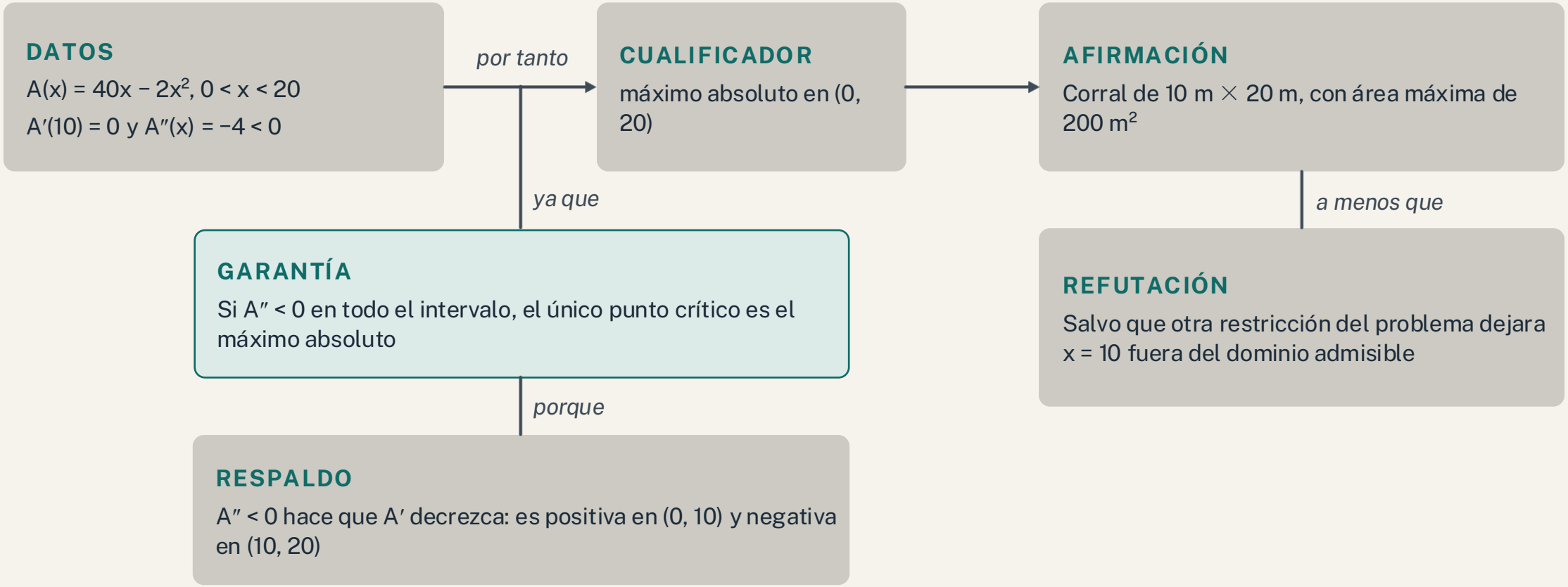
Cada versión del prompt salió de un juicio sobre lo que respondía la IA

1	**Lectura analítica**	Leer turno a turno las conversaciones piloto
2	**Verificación matemática**	Detectar que el tutor aprobó $-4x = 0$
3	**Pertinencia didáctica**	Notar que resolvía de más, aunque acertara
4	**Curaduría del prompting**	35 cambios en cinco versiones
5	**Transformación y decisión**	Llevar la V3.2 al aula

CALIBRACIÓN En las cinco: desconfiar del tutor incluso cuando acierta.

EL ANDAMIO ES TOULMIN

El argumento que el tutor ayuda a construir



En el prompt V3.2, el cualificador se llama «condiciones» y la refutación, «objeciones»

03

Lo que pasó en el aula

Primero el proceso, después el producto

LA IMPLEMENTACIÓN

92 estudiantes de grado undécimo, con entrega hasta el 29 de septiembre

PARTICIPACIÓN

76
completaron la conversación

12
la dejaron incompleta

4
no participaron

EVIDENCIAS ANALIZADAS

80
respondieron la encuesta

36
argumentos finales con texto completo registrado

Fuente: base de resultados compilada por el docente

LOS OBSTÁCULOS

Cuatro tropiezos que el tutor tuvo que atender

Modelar el área

«El área sería $A = x + (40 - 2x)$».

Despejar con signos

«Y aquí me enredo: ¿$x = 4 - 40$?».

Negativo es mínimo

«$A''(10) = -4$, negativo, entonces es un mínimo».

El resultado como justificación

«Porque eso fue lo que dio».

Citas de los estudiantes E09, E57, E17 y E12

LOS ERRORES DEL TUTOR

El tutor también se equivocó, y algunos estudiantes lo notaron

15 de 80

estudiantes señalaron una respuesta incorrecta, confusa o contradictoria (19 %)

Cedió ante la presión

Tras unas nueve peticiones de la respuesta, entregó la solución completa.

Validó un despeje al revés

Aceptó y = 2x − 40; el estudiante lo detectó al obtener un negativo en la solución.

Bajó la exigencia

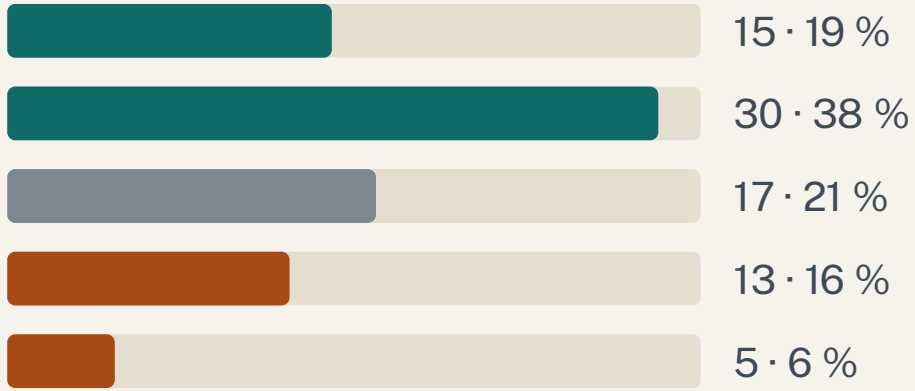
Convirtió preguntas abiertas en opciones A, B, C o D: cumplió la regla en la forma, no en el fondo.

Encuesta, pregunta 5 (n = 80) · casos E20, E29 y E02

EL ACOMPAÑAMIENTO

Más de la mitad se sintió muy o bastante acompañada

¿Qué tan acompañado te sentiste por el tutor? (n = 80)



«Gracias por no dejarme botada».

Estudiante E81, al cerrar

«No me resolvía nada, muy preguntón, me frustró un poco».

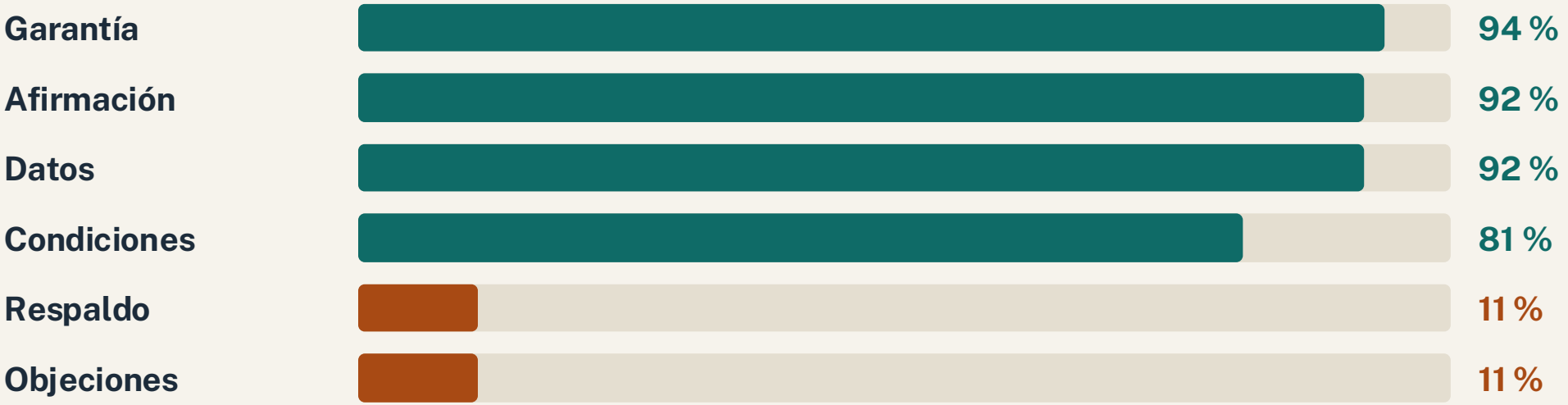
Estudiante E84, en la encuesta

Encuesta, pregunta 1

LOS ARGUMENTOS FINALES

Casi todos tienen garantía; casi ninguno, respaldo

Porcentaje de argumentos con el elemento completo (nivel 2 de 2)



De forma parcial, el respaldo aparece en el 94 %: casi siempre como la imagen «abre hacia abajo», que el tutor aceptó como suficiente.

n = 36 argumentos finales · rúbrica Toulmin de seis elementos.

LO QUE FALTA

Decir por qué el criterio funciona

LO TÍPICO · 30 DE 36

«$A''(x) = -4 < 0$ en todo el dominio, la parábola abre hacia abajo en todo el intervalo y $(10, 200)$ es el máximo global».

Nombra el criterio y su imagen, pero no explica por qué implica un máximo.

CON RESPALDO · 4 DE 36

«Como $(x - 10)^2 \geq 0$ siempre, el área nunca pasa de 200».

«Mirando los signos de A', en todo $(0, 10)$ es positiva (crece) y en todo $(10, 20)$ es negativa (decrece)».

«El vértice es donde la pendiente se hace 0».

Una objeción bien planteada: «La tabla sola no prueba nada, la derivada sí».

Citas de los estudiantes E77, E86, E59, E85 y E56

04

Lo que aprendimos

El argumento sigue a lo que el prompt hace visible

UNA MISMA LÓGICA

Se juzga y se argumenta lo que la tarea hace visible

EN LA REVISIÓN · 32 ESTUDIOS

Los docentes

Quien diseña actividades atiende lo pedagógico; quien responde a un estudiante vigila lo matemático.

EN ESTA EXPERIENCIA · 36 ARGUMENTOS

Los estudiantes

El prompt exigía dominio y alcance global: aparecen en el 81 %. Aceptaba una imagen como respaldo: el respaldo analítico llega al 11 %.

Formar no es advertir: hay que diseñar tareas que obliguen a mirar lo que queda en penumbra.

Fuentes: Banquez Buendía (2026), RIEPY, Paraguay · codificación Toulmin de 36 argumentos finales

LOS LÍMITES

Lo que esta experiencia no permite afirmar

Un subconjunto de argumentos	El texto completo del argumento final quedó registrado en 36 de los 92 casos, todos de la segunda tanda de entregas.
Ayudas externas	WhatsApp, Photomath y otras IA: el tutor no puede imponer la autoría, solo dejar de certificarla.
Detalles de la aplicación	Límite de mensajes gratuito.

CONCLUSIONES

Tres ideas para llevar

01 **El andamio sostuvo la estructura del argumento**

Afirmación, datos y garantía aparecen en más del 90 % de los argumentos finales.

02 **El argumento sigue a lo que el prompt hace visible**

Lo exigido antes del cierre apareció; el respaldo se quedó en la imagen que el tutor aceptó.

03 **Diseñar el prompt es ejercer juicio docente**

La próxima versión debe exigir un respaldo analítico y convertir la auditoría del tutor en tarea.

PARA LLEVAR

Un resultado correcto sin garantía es una afirmación, no un argumento.

Héctor Enrique Banquez Buendía · Cartagena

¡Muchas gracias!

Héctor Enrique Banquez Buendía · Cartagena de Indias, Colombia

bahecbu@gmail.com
https://www.linkedin.com/in/hectorbanquez/

Proyecto: www.didaxislab.com
Sitio web con simuladores interactivos de matemáticas



Materiales de la investigación

ANEXO 1

Rúbrica Toulmin y reglas de codificación

Elemento	Nivel 2	Nivel 1
Afirmación	Medidas y área máxima, con unidades	Resultado parcial, tentativo o sin unidades
Datos	Restricción, función de área y derivada o vértice	Falta alguno de los tres o hay errores
Garantía	Conecta un criterio válido con el máximo	Nombra un dato sin conectarlo o razona en círculo
Respaldo	Explica por qué funciona el criterio	Solo una imagen: «abre hacia abajo»
Condiciones	Dominio y alcance global, ligados	Solo el dominio o solo el alcance global
Objeciones	Analiza los extremos o por qué $A' = 0$ no basta	Nombra una excepción sin analizarla

Codificación realizada por el investigador · n = 36

ANEXO 2

Estructura del prompt V3.2

1 Inicio
Pide el enunciado y el intento; no inventa datos.

2 Interpreta antes de evaluar
Aclara una respuesta ambigua antes de corregir.

3 Comprueba antes de validar
Revisa signos, derivadas, unidades y dominio.

4 Una demanda por turno
Una observación, una ayuda y una sola pregunta.

5 Ayuda gradual
Pista, tarea menor o prerrequisito; nunca por entregas.

6 Argumentación
Toulmin como orientación flexible, sin casillas.

7 Optimización
Dominio, candidatos, extremo local y alcance global.

8 Cierre con autoría
El estudiante redacta; sin párrafo modelo.

Prompt completo en la guía publicada en plataforma educativa y en el material de investigación

ANEXO 3

Datos y decisiones de análisis

Fuentes

- Base de 92 registros en dos tandas de entrega.
- Encuesta en formulario de Google: 80 respuestas.
- 36 argumentos finales con texto completo, todos de la segunda tanda.

Decisiones

- Seis registros de participación corregidos por inconsistencias.
- E07 y E74 excluidos: su ficha traía un extracto o el intento inicial.
- Citas con ortografía y notación normalizadas.