ENSAYO PEDAGÓGICO SITUADO

COLECCIÓN MILC
TOMO III

El Niño que Sueña Ciencia

EL CÓMO



MILC

Modelo de Investigación Liberadora y Científica

La curiosidad es natural; la escuela debe darle método al sueño (sin apagarlo).

Dr. Alvaro Cardenas Orozco

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SOR MARÍA JULIANA

Sor María Juliana Ediciones · Cartago, Valle del Cauca · 2026

Datos editoriales

El Niño que Sueña Ciencia
La curiosidad es natural; la escuela debe darle método al sueño (sin apagarlo).

Autor: Dr. Alvaro Cardenas Orozco
ORCID: 0000-0003-1820-301X
Colección: MILC, Tomo III · El cómo (¿cómo se investiga?)
Institución: Institución Educativa Sor María Juliana
Sello: Sor María Juliana Ediciones · Cartago, Valle del Cauca, Colombia
Versión: 2.1, edición revisada · octubre de 2026
Versiones anteriores: 1.0 y 2.0, 2026
DOI de concepto: https://doi.org/10.5281/zenodo.21360910
Colección completa: https://zenodo.org/communities/coleccion-milc

Obra matriz: Cardenas Orozco, A. (2026). *Educación en la Era Onlife: MILC, Modelo de Investigación Liberadora y Científica* (Colección MILC, Tomo 0). Sor María Juliana Ediciones. https://doi.org/10.5281/zenodo.20517707

CITA Y ACCESO ABIERTO

Cardenas Orozco, A. (2026). *El niño que sueña ciencia: La curiosidad es natural; la escuela debe darle método al sueño (sin apagarlo)* (Versión 2.1; Colección MILC, Tomo III). Sor María Juliana Ediciones. https://doi.org/10.5281/zenodo.21360910

Obra académica de acceso abierto, distribuida de forma gratuita para contribuir a la educación pública. © 2026 Alvaro Cardenas Orozco.

LICENCIA Y CUIDADO

Licencia: Creative Commons Atribución–CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-SA 4.0). El material propio tomado del Tomo 0, publicado bajo CC BY-NC-SA 4.0, lo relicencia su autor, titular único, bajo CC BY-SA 4.0 en este tomo. Los materiales de terceros conservan sus derechos y créditos; esta licencia no amplía los permisos sobre ellos ni se extiende a los derechos de imagen o a la privacidad de las personas representadas.

Nota de cuidado: el uso de nombres, imágenes o relatos de estudiantes se rige por «Ética, IA, datos y publicación», del Cuaderno de trabajo MILC de la obra matriz: autorización previa, anonimización cuando corresponde y reserva de datos sensibles (Ley 1581 de 2012 y Decreto 1377 de 2013). Los testimonios proceden de la matriz experiencial del autor; se usan nombres de pila. El anexo de este tomo concreta cuidados para su aplicación en el aula.

Uso de IA: esta versión se preparó con apoyo de inteligencia artificial en la redacción y la revisión editorial (entre otros, las reflexiones «En el umbral», los apoyos de la narrativa visual y los anexos), a partir de los escritos, el motivo y la práctica del autor. Las pinturas se indican abajo.

COMPOSICIÓN Y ARTE

EB Garamond y Source Sans 3 · 170 × 240 mm. Pinturas con apoyo de IA basadas en CosmoTEC (2023, pp. 3, 12; 2024, pp. 14, 16), fotografías aportadas por el autor y ConectaTE en Facebook. Composición y luz recreadas; no son registros documentales. Se conservan los nombres confirmados, el logo y el segundo puesto de HopeLine Connect. Diagramas: síntesis editorial. Las cubiertas reproducidas y CosmoTEC tienen créditos y DOI al final. Procedencia por imagen y prompts en las fuentes editables.

A mis padres,
que alimentaron mi curiosidad
cuando yo todavía no sabía nombrarla.

A Juan,
en cuyos ojos vi, reflejada, mi propia curiosidad,
y que me animó a tomar en mis manos
el primer semillero.

A Luisa,
que le devolvió a la ciencia su rostro humano
y me enseñó a estudiarla sin dejar de sentirla.

A ustedes, gracias.
No por las respuestas que encontré,
sino por las preguntas que me ayudaron a construir
a lo largo de la vida.



PRÓLOGO

El cementerio de preguntas

> *«El asombro no pide permiso: llega antes que la escuela y, a veces, le sobrevive.»*
>
> **MILC**

Todo maestro guarda, sin saberlo, un pequeño cementerio de preguntas. Son las preguntas que sus estudiantes hicieron alguna vez (con los ojos encendidos, sin que nadie se las pidiera) y que él, presionado por el temario y el reloj, tuvo que aplazar «para después». Ese después que casi nunca llega. Con los años, uno aprende a no verlas morir. Este libro nace de haber decidido, un día, volver a mirarlas.

Llevo años en el aula (y en los semilleros, que son el aula cuando por fin se le quita el techo) observando algo que la escuela rara vez nombra: los niños llegan investigando. Llegan preguntando, desarmando, asombrándose de todo. Y muchos se van, años después, callados. Entre una cosa y la otra no hubo una gran catástrofe: hubo mil gestos pequeños, casi todos bienintencionados, que fueron apagando el sueño. Yo mismo, cuando empecé, cometí varios de esos gestos sin darme cuenta.

Este tomo es lo que aprendí al dejar de cometerlos. No es una teoría escrita en un escritorio: es la memoria de lo que pasó cuando, en vez de apagar la curiosidad de mis estudiantes, decidí darle método sin domarla. Lo que pasó fue que unos jóvenes del Norte del Valle, con pocos recursos y mucho asombro, participaron en campañas de búsqueda de asteroides de IASC, midieron su propio territorio, avanzaron en convocatorias nacionales y escribieron sus propios libros. Sus recorridos me enseñaron a reconocer lo que puede abrir una pregunta acompañada con herramientas, tiempo y confianza.

Escribo esto convencido de una cosa: la curiosidad no es un privilegio de unos pocos talentosos, es un derecho de todos los estudiantes. Y cuidarla no cuesta laboratorios ni tecnología de punta. Cuesta algo más raro y más barato: una mirada distinta, y el coraje de un maestro para no tener todas las respuestas.

Si usted enseña, este libro es para usted. No le pido que lo crea: le pido que lo pruebe. Mañana, en su primera clase, vuelva a pedir preguntas. Y trátelas como si valieran. Porque valen.

Del *¿por qué?* espontáneo al oficio de investigar

Este es el tercer tomo de la Colección MILC (Modelo de Investigación Liberadora y Científica), y forma con los dos anteriores una sola conversación. El primero, *El Mercado de la Atención*, formó el criterio del **yo** frente a la pantalla (la soberanía atencional). El segundo, *Pedagogía de la Querencia*, arraigó al **nosotros** en el territorio (el amor al lugar como competencia educable). Este tercero se ocupa de recuperar y dar método a un **sentido**: el investigador, una disposición a preguntar y buscar que la educación puede cultivar y volver más rigurosa.

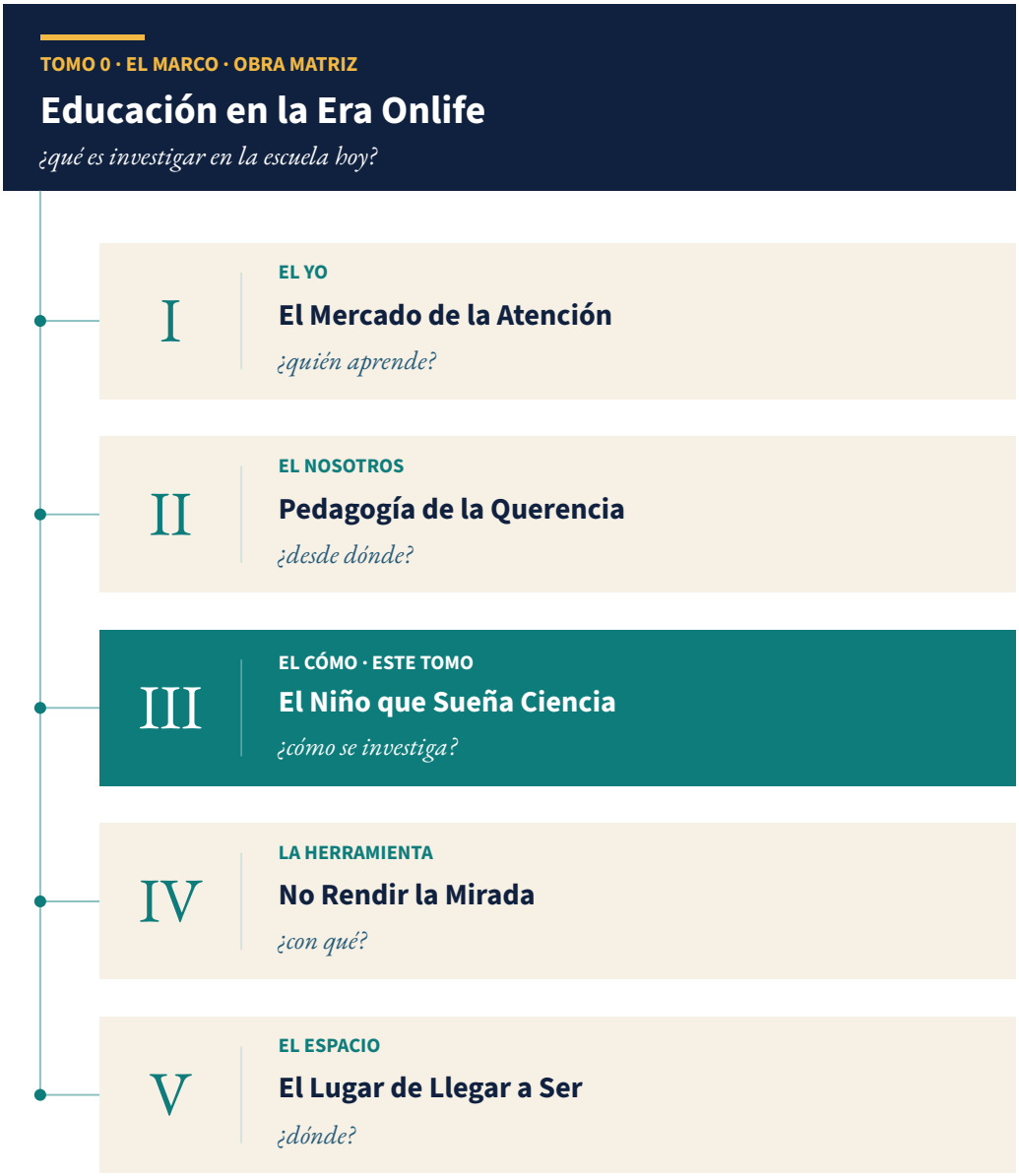
La tesis del libro es sencilla de enunciar y difícil de practicar: **la escuela puede cultivar la curiosidad y enseñarle método sin apagarla**. «Sentido investigador» es el nombre pedagógico que el MILC da a esa relación entre atención, pregunta y búsqueda. No equivale a un sentido biológico adicional ni supone que investigar se aprenda espontáneamente. Acompañar el paso del *¿por qué?* al oficio de investigar exige enseñar, ensayar y revisar, sin perder de vista lo que hizo valiosa la pregunta.

Para sostener esa tesis, el libro recorre seis movimientos. Primero reconoce la curiosidad como una disposición que la educación puede cultivar (el asombro como sentido pedagógico, la pregunta como su gesto). Luego, con honestidad, nombra lo que la apaga: el modelo bancario, el mercado de la atención y el «¿por qué?» corregido por la prisa. Después llega a su corazón: cómo se le da método sin domarla, entendiendo que el rigor bien usado no enjaula la curiosidad, sino que le pone alas. En seguida propone un ritmo (el ciclo del asombro: escuchar el territorio, sistematizar los datos, proyectar soluciones, liberar el saber devolviéndolo a la comunidad). Muestra luego las arenas de la ciencia real (la ciencia ciudadana, las convocatorias, las ferias y las publicaciones), donde los protocolos, el acompañamiento docente y el deseo de participar ayudan a sostener el rigor. Y termina con un manual: las herramientas reunidas (el Cuaderno del Ciclo del Asombro), las puertas verificadas para salir al mundo (el Atlas de Arenas) y una ruta para que un colegio entero, de sexto a once, aprenda a investigar.

Las **Ventanas al Aula** proceden de experiencias reales registradas en la matriz del autor. Su narración se apoya en memoria docente, documentos y producciones del semillero; las interpretaciones pedagógicas no sustituyen una evaluación de impacto. Se utilizan nombres de pila y se reservan detalles sensibles. Distinguir lo observado, lo documentado y lo interpretado forma parte de la honestidad que este libro propone enseñar.

FIGURA 1 · LA COLECCIÓN

La Colección MILC: un marco, cinco dimensiones



Fuente: Colección MILC (Tomo 0, obra matriz). Las líneas reúnen dimensiones complementarias de un marco común; no indican un orden obligatorio de lectura.

GUÍA DE LECTURA

Cómo leer este tomo

Este libro se puede leer de corrido (sigue un arco, del origen del asombro hasta un colegio que investiga) o consultarse por partes, según lo que cada maestro necesite hoy.

Si quiere **entender el porqué**, empiece por las Partes I y II (la curiosidad como disposición que cultivar, y lo que puede apagarla). Si busca el **corazón práctico**, vaya a la Parte III (dar método sin domar) y a la Parte IV (el ciclo del asombro, sus cuatro fases). Si necesita **sacar la investigación al mundo**, la Parte V (las arenas) y el **Atlas de Arenas** (p. 182) le dan las puertas reales. Y si quiere **empezar mañana**, salte al manual (Parte VI) y tome un solo instrumento del **Cuaderno del Ciclo del Asombro**.

En cada capítulo encontrará cuatro cajas, que son las herramientas de lectura del tomo:

- **Concepto MILC.** La idea clave del capítulo, nombrada con precisión.
- **Ventana al Aula.** Un caso real (de los semilleros del autor), con el primer nombre del estudiante. No son ejemplos inventados: son testimonios verdaderos.
- **Pregunta Mayéutica.** Una pregunta para que usted, maestro, se la haga a sí mismo (no para el examen: para su práctica).
- **Protocolo de Experimentación.** Un instrumento para adaptar al aula con los recursos disponibles y los cuidados que requiera la actividad.

Cada capítulo tiene una portadilla con subtítulo, una entrada **En el umbral** y una pregunta para iniciar la lectura. El texto abre después con un **epígrafe** propio del modelo, firmado MILC y situado en un recuadro azul: una frase que condensa su idea. Los anexos reúnen el Atlas, el protocolo de ética e IA y una guía breve de evaluación. Y el libro dialoga con varios autores (Aristóteles, Platón, Freire, Fals Borda, entre otros): las citas van entre paréntesis y las obras completas, al final, en las Referencias (APA 7.ª edición).

Una última cosa, la más importante. Este libro no está hecho para leerse, sino para **usarse**. Un solo protocolo puesto en práctica vale más que el libro entero subrayado. Así que léalo con un cuaderno al lado, y empiece por lo más simple de todo: mañana, en su aula, vuelva a pedir preguntas.

Mapa del libro

Prólogo iv

Introducción v

Cómo leer este tomo vii

Por qué este libro x

PARTE I **El niño que sueña ciencia** 1

1 El asombro originario 2

2 Nacidos preguntando 10

3 La curiosidad ingenua 18

PARTE II **Lo que apaga el sueño** 27

4 La escuela bancaria 28

5 El mercado de la atención en el aula 37

6 El «¿por qué?» corregido 45

PARTE III **Dar método sin domar** 53

7 De la curiosidad ingenua a la epistemológica 54

8 El método como alcance 63

9 El maestro que no apaga 73

Mapa del libro

PARTE IV **El ciclo del asombro** 81

10 Escucha 82

11 Sistematización 93

12 Proyección 102

13 Liberación 112

PARTE V **Las arenas de la ciencia real** 123

14 La ciencia ciudadana: el rigor prestado 125

15 Las convocatorias: el molde que da forma 135

16 Las ferias de ciencia: la libertad orientada 143

17 Las publicaciones: la autoría y la difusión 151

PARTE VI **El aula que sueña ciencia** 161

18 Instrumentos del oficio 162

19 Programa por etapas 171

Conclusión · Volver a soñar ciencia 180

Anexos · Atlas, ética y evaluación 182

Referencias 192

UNA CONVICCIÓN PERSONAL

Por qué este libro

Mi más grande deseo como maestro ha sido siempre acompañar la curiosidad de los jóvenes: reconocerla, darle espacio para crecer y ayudarles a convertirla en un hábito. Que preguntar, observar y buscar una explicación formen parte de su manera de vivir. Que una inquietud encuentre tiempo, herramientas y compañía para llegar tan lejos como ellos quieran llevarla.

Si los jóvenes pueden alimentar su curiosidad, confío en que encontrarán motivos propios para seguir aprendiendo, incluso cuando termine la clase y ya no haya una tarea pendiente. Podrán detenerse ante algo que no comprenden, formular una pregunta y buscar por dónde empezar. Ese deseo de saber puede acompañarlos en sus decisiones, en su trabajo y en la forma de relacionarse con el mundo.

Hacer de la curiosidad un hábito requiere práctica y cuidado. Significa volver sobre una pregunta, registrar lo observado, contrastar una explicación y tener la disposición de cambiar de idea. También significa aprender a convivir con lo que todavía no sabemos. Quiero acompañar ese recorrido y ayudar a que cada joven reconozca en sí mismo la capacidad de comprender, de intentar y de construir una respuesta que pueda sostener con razones.

Por eso escribí este libro. Quise reunir una manera de acompañar el paso del asombro a la investigación, con instrumentos que otros maestros puedan llevar a sus aulas y adaptar a sus estudiantes. El método puede darle continuidad a una inquietud: ayudar a observar mejor, a probar con cuidado, a aprender del error y a compartir lo encontrado. Así, la curiosidad gana profundidad y encuentra cómo aportar a la vida de otros.

Mi deseo es que, al crecer, los jóvenes conserven esa disposición a mirar de cerca y a preguntar por cuenta propia. Que se sientan capaces de aprender algo que hoy les parece lejano y de buscar compañía cuando la necesiten. Si estas páginas ayudan a un maestro a cuidar esa disposición, y a un joven a hacer de ella parte de su vida, habrán cumplido su propósito.

I

PARTE I

El niño que sueña ciencia

La curiosidad abre una búsqueda: acompañarla es enseñarle a investigar.



COLECCIÓN MILC · TOMO III · EL CÓMO

Jóvenes del semillero: el cielo también se investiga desde aquí.
Interpretación pictórica de CosmoTEC, vol. 2 (2024), p. 14.



CAPÍTULO 1

El asombro originario

Reconocer el sentido investigador que llega con la infancia.

EN EL UMBRAL

Basta detenerse ante una piedra para que el patio deje de ser un lugar conocido. Algo se mueve, una raíz aparece, una pregunta pide tiempo. Antes de preparar una actividad, podemos mirar lo que ya está ocurriendo allí. El comienzo de este libro invita a reconocer esa disposición y a pensar qué lugar encuentra cuando cruza la puerta de la escuela.

¿Qué curiosidad llega al aula antes de que empecemos a enseñar?

«El asombro no pide permiso: llega antes que la escuela y, a veces, le sobrevive.»

MILC

Hay una escena que todo maestro ha visto, aunque pocas veces se detiene a mirarla. Un niño levanta una piedra del patio y descubre debajo un mundo que se mueve: hormigas que cargan, raíces que se aferran, una humedad que huele distinto. No hay tarea que lo obligue, no hay nota que lo espere. Sin embargo, se queda ahí, en cuclillas, absorto. Está haciendo, sin saberlo, lo más antiguo y lo más humano que existe: **está investigando**.

La escena se repite en mil variaciones, y todos las hemos presenciado. El niño que desarma el reloj para ver qué lo hace andar. La niña que pregunta por qué el cielo es azul y no se conforma con el «porque sí». El que mete la mano en el charco para entender qué es un reflejo. El que persigue una lagartija no para atraparla, sino para verla de cerca. En cada una de esas escenas hay un ser humano pequeño haciendo, con toda naturalidad, lo que un científico hace con método: negarse a que el mundo pase de largo sin ser interrogado.

Este libro parte de una convicción sencilla: la investigación se aprende, pero puede arraigar en una curiosidad que aparece mucho antes de la enseñanza formal. Llamamos **sentido investigador** a esa disposición a detenerse ante lo desconocido y buscar cómo comprenderlo. Es una categoría pedagógica del MILC: reúne una sensibilidad y un rumbo. No añade un órgano a los sentidos del cuerpo ni supone que todo niño domina ya el método científico. Nombra un punto de partida que la escuela puede reconocer, ampliar y cuidar. El asombro abre la puerta; investigar exige aprender a cruzarla.

El pasmo antes de la pregunta

Mucho antes de que un niño formule su primera pregunta con palabras, ya está asombrado. El asombro (ese pasmo callado ante algo que es, sin más) es anterior al lenguaje, anterior al método, anterior a la escuela. La pregunta («¿por qué?», «¿cómo?», «¿y si...?») es apenas el asombro que aprendió a hablar. Primero está la maravilla; después, mucho después, la palabra que intenta atraparla.

Los griegos, que le pusieron nombre a casi todo lo importante, llamaron a ese pasmo *thauma*. Y no lo trataron como un detalle sentimental, sino como el origen mismo del conocer. Aristóteles abre su *Metafísica* vinculando el deseo de saber con la naturaleza humana (Aristó-

teles, ca. 350 a. C./1994, 980a). Conviene detenerse en cada palabra. La formulación desplaza la mirada: el deseo de comprender no se reserva a quienes ya obtuvieron reconocimiento escolar. Esa apertura filosófica orienta la pregunta educativa de este libro: ¿qué oportunidades damos a cada estudiante para desarrollar su relación con el saber?

Páginas más adelante, el mismo Aristóteles precisa de dónde nace ese deseo: los hombres comenzaron a filosofar, entonces y ahora, **a causa de la admiración** (982b). El saber no arranca en la respuesta, sino en el asombro que abre la pregunta. Platón, su maestro, lo había dicho antes en el *Teeteto*: el filosofar no tiene otro principio que el asombro (Platón, ca. 369 a. C./1988, 155d). Y añadía un guiño precioso: hacía de Iris, la mensajera de los dioses, hija de Taumante, «el que se maravilla». Como diciendo que toda noticia venida de lo alto, todo mensaje sobre lo que las cosas son, nace del que se atreve a asombrarse. El asombro es la madre de todo mensaje verdadero.

La exploración de un niño pequeño permite reconocer un parentesco con la investigación: repetir una acción, atender a lo que cambia, sorprenderse ante una diferencia. Dejar caer una cuchara varias veces no es todavía diseñar un experimento científico; sí muestra una ocasión para acompañar la búsqueda de relaciones. La educación puede trabajar sobre esa disposición y enseñar lo que no aparece por sí solo: formular preguntas precisas, comparar explicaciones, registrar y someter lo encontrado a la revisión de otros. El sentido investigador no reemplaza esos aprendizajes; les ofrece una raíz.

Alguien podría objetar que esto es exagerado: que llamar «investigador» o «filósofo» a un niño con una piedra es forzar las palabras. La objeción es comprensible, pero se equivoca en lo esencial. Cierto: al niño le falta el método, el rigor, la disciplina, todo lo que este libro se propone ayudar a construir. Pero no le falta lo primero, lo que ningún método puede fabricar y sin lo cual el método es una cáscara vacía: el **deseo de saber**. El niño que se queda mirando la piedra levantada tiene ya el motor; le faltan las herramientas. Y es infinitamente más fácil dar herramientas a quien tiene motor que encender un motor apagado. Ese es, quizá, el error más caro de la escuela: dedicarse a repartir herramientas mientras deja que el motor se apague.

CONCEPTO MILC

Sentido investigador

En el MILC, el **sentido investigador** nombra la disposición a atender lo desconocido, preguntarse por ello y buscar maneras de comprenderlo. Es una categoría pedagógica que enlaza curiosidad y orientación. La escuela puede cultivarla y enseñar procedimientos de investigación: formular, contrastar, registrar, interpretar y compartir. **Dar método** es volver esa búsqueda más rigurosa sin cancelar los motivos que la sostienen.

Un sentido y un rumbo

En español, la palabra *sentido* guarda una doble riqueza que sostiene todo este tomo. *Sentido* es, por un lado, una **facultad** (la vista, el oído... y también, decimos aquí, la investigación: una metáfora pedagógica para nombrar nuestra búsqueda de lo real). Pero *sentido* es también un **rumbo**, una **dirección**, aquello que le da **significado** a una vida. Cuando alguien dice que su vida «tiene sentido», no habla de una facultad: habla de un rumbo, de una razón para levantarse por la mañana.

Las dos acepciones no están sueltas: son la misma cosa vista de cerca y de lejos. El ser humano que investiga no solo percibe mejor el mundo (facultad); también encuentra hacia dónde ir (rumbo). Quien se pregunta con hondura por las cosas termina, tarde o temprano, preguntándose por su lugar entre ellas. La curiosidad por el mundo y la búsqueda de sentido en la propia vida son dos ramas del mismo tronco. Por eso investigar no es solo una destreza escolar: es una manera de estar vivo, de no dar el mundo por descontado, de sospechar que detrás de lo evidente hay algo más.

Esta doble acepción permite pensar juntas la búsqueda de conocimiento y la construcción de un rumbo. No establece que una dificultad para preguntar produzca por sí sola desorientación vital. Propone una responsabilidad educativa: ofrecer ocasiones para explorar intereses, formular preguntas y encontrar sentido en lo aprendido. En diálogo con el Tomo I, la curiosidad puede apoyar el criterio propio sin volver a nadie inmune a la disputa por su atención.

Cualquier maestro reconoce el fenómeno, aunque no lo haya nombrado así. Es el estudiante de octavo que en clase no levanta la mano para nada, que parece apagado, y que sin embargo, cuando encuentra un tema que le importa (un videojuego, un animal, una injusticia del barrio), habla durante horas con una energía que en el aula nunca mostró. Ese estudiante no perdió la curiosidad: la escondió, porque aprendió que en la escuela no cabe. El sentido investigador no se le murió; se le fue a otra parte. Y buena parte de nuestro oficio consiste, justamente, en volver a hacerle un lugar dentro del aula, para que la energía que gasta afuera pueda por fin gastarse aprendiendo.

VENTANA AL AULA

Mirar el cielo desde el encierro

(Semillero Betelgeuse, 2020-2021. Testimonio real; alias de primer nombre.)

Fue en el peor momento para soñar. El mundo estaba encerrado, las aulas cerradas, las pantallas convertidas en la única ventana. Y fue justo entonces (no a pesar del encierro, sino como respuesta a él) cuando **Juan** y un grupo de compañeros decidieron fundar un semillero de astronomía. Lo llamaron

VENTANA AL AULA
(continúa)

Betelgeuse, por esa estrella roja y enorme del hombro de Orión que, algún día, estallará.

No tenían laboratorio. No tenían permiso especial. Tenían el cielo (que seguía ahí, indiferente a la pandemia) y una pregunta que nadie les había puesto en un examen: *¿qué es todo eso que brilla?* Mientras muchos miraban la pantalla hacia adentro, ellos la usaron para mirar hacia arriba.

Esa noche (la primera de muchas) no hubo método todavía. Hubo asombro. Y el asombro, encerrado, no se apagó: buscó una salida y encontró las estrellas. **El sentido investigador no había pedido permiso: llegó antes que el aula y le sobrevivió al encierro.**

Betelgeuse encierra la tesis entera de este libro. Aquellos estudiantes encontraron en una curiosidad compartida un punto de partida para aprender a investigar. Lo que vino después (los telescopios, los protocolos, las campañas de búsqueda de asteroides, los premios) fue **método**: alcance para un asombro que ya existía. Pero el asombro fue primero. Siempre es primero.

Cuando el asombro toca la ciencia real

Podría pensarse que ese asombro inicial, tan puro, se apaga en cuanto choca con la ciencia de verdad: con sus instrumentos caros, sus protocolos exigentes, su lenguaje técnico. La experiencia enseña lo contrario. Cuando el asombro de un estudiante encuentra la ciencia real (no la del libro, sino la de los instrumentos con que se investiga en serio), no se apaga: se enciende más. Descubre que aquello que lo maravillaba no era un juego de niños, sino la puerta de un mundo enorme al que puede, de hecho, entrar.

VENTANA AL AULA

Un telescopio de verdad

(Semillero Betelgeuse, programa «100 Hours to 100 Schools», 2023. Testimonio real; sin nombres.)

La curiosidad que había empezado mirando el cielo a ojo desnudo, desde un patio del Norte del Valle, terminó operando telescopios profesionales al otro lado del mundo. A través del programa «100 Hours to 100 Schools», el semillero accedió a los telescopios del **Observatorio Las Cumbres** y vivió experiencias reales de observación y astrofotografía: apuntar un instrumento científico a un objeto del cielo y recibir su imagen.

VENTANA AL AULA
(continúa)

Para unos estudiantes de colegio público, eso fue una revelación. El mismo asombro que cabía en una pregunta de patio («¿qué es todo eso que brilla?») cabía ahora en un telescopio real, con el que se hace ciencia de veras. La maravilla no había quedado atrás al llegar el rigor: el rigor le había abierto una puerta que el asombro solo no habría podido cruzar. Y del otro lado no había menos asombro, sino más.

El episodio propone una relación entre curiosidad y aprendizaje del oficio: el telescopio amplía lo que puede observarse, mientras el acompañamiento enseña a decidir qué mirar y cómo interpretar una imagen. La maravilla encuentra nuevas preguntas cuando aprende a usar sus instrumentos.

Lo que este libro se propone

Si la curiosidad aparece antes de la escuela, ¿para qué un libro sobre cómo trabajarla en el aula? Porque su expresión depende también de las oportunidades para preguntar, explorar y conversar. Engel (2011) invita a atender las condiciones escolares que favorecen o restringen esa búsqueda. No todos los estudiantes siguen la misma trayectoria ni todo silencio significa desinterés: influyen los vínculos, las experiencias previas, el contexto y la situación concreta. La responsabilidad docente empieza por observar esas diferencias y ofrecer un lugar para la pregunta, en vez de concluir que una edad o una calificación dicen cuánto puede interesarle el mundo a alguien.

Y hay una razón para tomarse esto en serio justo ahora. Vivimos en una época (la que en la obra matriz de esta colección, el Tomo 0 (Cardenas Orozco, 2026a), abordamos como la era *onlife*) donde una industria entera compite, con recursos enormes, por la atención de los jóvenes, y donde el estímulo fácil está siempre a un toque de distancia. En un mundo así, un estudiante sin curiosidad propia queda a merced de la curiosidad que otros fabrican para venderle algo. Formar el sentido investigador ya no es un lujo pedagógico: es, cada vez más, una forma de autodefensa. Quien sabe hacerse sus propias preguntas es más difícil de capturar por las preguntas ajenas.

Este tomo no viene a enseñarle al estudiante a asombrarse (sería absurdo: ya sabe). Viene a hacer dos cosas más difíciles y más urgentes. La primera: convencer al maestro de que **la curiosidad de sus estudiantes es el material más valioso del aula** (no una distracción que encauzar, sino el oro que no hay que desperdiciar). Es un cambio de mirada pequeño y enorme a la vez: dejar de ver la pregunta inesperada como una interrupción y empezar a verla como el principio de todo. La segunda: mostrar, paso a paso, cómo se le da **método a ese**

asombro sin apagarlo (cómo se lo vuelve capaz de rigor, de verdad y de alcance, sin cambiar la maravilla por el procedimiento).

Todo lo que sigue (el ciclo de la investigación, las arenas de la ciencia real, el cuaderno del oficio) descansa sobre esta primera piedra: **el estudiante ya trae encendido el sentido con que se investiga**. Nuestro trabajo no es prenderlo. Es no apagarlo, y darle alas. Y como ese trabajo empieza por reconocer lo que ya existe, empieza también por el gesto más humilde: volver a mirar, con ojos nuevos, la curiosidad que cada mañana entra por la puerta del aula.

PREGUNTA MAYÉUTICA

¿Recuerda la última pregunta que un estudiante suyo hizo sin que nadie la calificara? ¿Qué hizo el aula con ella: la persiguió, o la corrigió y siguió con el tema?

PROTOCOLO MILC

Bitácora del asombro

Propósito: hacer visible el sentido investigador que ya existe en el aula (antes de «enseñar» nada).

1. Durante **una semana**, lleve un cuaderno abierto en un rincón del salón (o un muro, o un documento compartido).
2. Cada vez que un estudiante haga una pregunta espontánea (de las que *no* estaban en el plan de clase), anótela **tal cual**, sin corregirla y sin responderla en el momento.
3. Al final de la semana, lea las preguntas en voz alta con el grupo. No busque respuestas todavía: solo **muestre cuántas preguntas vivas** había en un aula que parecía callada.
4. Elijan juntos **una** para perseguirla. Esa pregunta será la semilla del primer ciclo de investigación (Parte IV).

Variantes y advertencias. Si el grupo no pregunta al principio, no concluya que «no son curiosos» ni suponga una causa única: pueden necesitar confianza, tiempo, conocimientos o una forma distinta de participar. Empiece modelando una pregunta propia en voz alta. Si un estudiante pregunta algo «fuera de tema», resista el impulso de descartarlo: anótelo igual (muchas veces, lo fuera de tema es lo más vivo). Y no evalúe la bitácora con nota: en cuanto la curiosidad se califica, deja de ser curiosidad y se vuelve tarea. La

PROTOCOLO MILC
(continúa)

bitácora del asombro es el primer instrumento del *Cuaderno del Ciclo del Asombro*: no mide lo que el estudiante sabe, mide lo que quiere saber.

◎

En el próximo capítulo bajamos del origen a la evidencia cotidiana: el niño que, mucho antes de pisar la escuela, **ya venía preguntando**. Porque si el asombro es el sentido, la pregunta es su primer gesto (y hay un aula posible que, en lugar de silenciarlo, lo convierte en su punto de partida).

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

El asombro encuentra una mesa



Interpretación pictórica de tres estudiantes que comparten una pantalla en el laboratorio. Fuente: ConectaTE · MILC-A081. La escena acompaña la reflexión sobre hacer lugar a una pregunta; no ilustra un testimonio particular.

Una pregunta necesita dónde quedarse: tiempo para explorar, alguien que escuche y una huella que permita volver. El primer recurso del aula es hacerle ese lugar.



CAPÍTULO 2

Nacidos preguntando

Cuidar la pregunta con la que empezamos a conocer.

EN EL UMBRAL

Una pregunta infantil puede volver una y otra vez, incluso después de recibir respuesta. En esa insistencia hay alguien intentando comprender por su cuenta. La manera de acogerla deja una huella: permite seguir buscando o enseña a guardar silencio. Escuchar ese comienzo nos acerca a una responsabilidad cotidiana, la de ofrecer espacio para que una inquietud encuentre palabras y compañía.

¿Qué aprende un estudiante de la manera en que recibimos sus preguntas?

«Todo niño nace preguntando; algunos aprenden, con los años, a callar. Enseñar es no enseñar ese silencio.»

MILC

Si el asombro es el sentido (lo vimos en el capítulo anterior), la **pregunta** es su primer gesto visible. El asombro se siente por dentro; la pregunta lo saca al mundo. Y hay una edad de la vida en que ese gesto es incontenible: la infancia. Cualquiera que haya acompañado a un niño de cuatro o cinco años lo sabe con el cuerpo cansado. «¿Por qué el cielo es azul?» «¿Por qué el perro no habla?» «¿Y por qué?» «¿Y por qué?» La cadena no se acaba: cada respuesta abre tres preguntas nuevas.

Solemos ver esa avalancha como una etapa (encantadora, agotadora) que el niño superará. Este capítulo propone verla al revés: **no es una etapa, es la línea de base**. El niño no está aprendiendo a preguntar; ya sabe. Lo que viene después (y a menudo lo llamamos «educar») es, con demasiada frecuencia, un lento desaprendizaje de esa destreza con la que llegó al mundo. Conviene tomarse en serio esa inversión, porque de ella depende todo lo demás. Si preguntar fuera una habilidad que hay que instalar, la tarea del maestro sería enseñarla; pero si preguntar es la condición de origen, entonces la tarea del maestro es otra, más humilde y más delicada: **no estropear** lo que ya viene funcionando. Cuidar, no fabricar. Regar, no sembrar (la semilla ya está en la tierra).

La pregunta como forma de habitar

Antes de leer, antes de escribir, antes de sumar, el niño ya investiga con las tres herramientas más antiguas del oficio: **preguntar, explorar y desarmar**. Pregunta con la voz; explora con los pies y las manos (mete el dedo en el charco, gira la llave, aprieta el botón); desarma para ver qué hay dentro (y no siempre lo vuelve a armar). No hay currículo detrás de eso. Hay una forma de estar en el mundo: la de quien supone que el mundo *tiene* un adentro, y quiere verlo.

Esa suposición (que las cosas tienen un porqué, y que ese porqué se puede alcanzar) es el corazón mismo de la ciencia. El niño que pregunta «¿por qué llueve?» está haciendo, en miniatura y sin saberlo, lo que hace un investigador: negarse a aceptar que las cosas «son así porque sí». La diferencia entre ese niño y un científico no es de naturaleza (los dos habitan el mundo preguntando); es de **método**. Y el método, ya lo dijimos, es lo que este libro se propone dar sin apagar lo primero.

Aquí hay que decir algo que la escuela suele olvidar: la pregunta infantil, esa que tantas veces despachamos con un «porque sí» o un «pregúntale a tu mamá», no es un capricho ni un juego, es un acto de una audacia enorme. Preguntar «¿por qué llueve?» supone tres cosas a la vez, y las tres son la base del pensamiento científico. Supone, primero, que la lluvia tiene una causa (no es el humor de un dios ni el azar puro, sino algo que obedece a un porqué). Supone, segundo, que esa causa se puede conocer (no es un secreto vedado a los humanos, sino algo alcanzable por la mente). Y supone, tercero, que vale la pena conocerla (que entender el mundo es un bien, no una pérdida de tiempo). Podemos leer pedagógicamente esas preguntas como una apertura a buscar causas, a conocer y a valorar lo que se descubre; no necesitamos atribuir al niño una filosofía de la ciencia ya formada. La tragedia es que la escuela, con demasiada frecuencia, se dedica a desmentir las tres: le enseña que las cosas «son así», que no todo se puede saber, y que preguntar «atrasa el tema». Le desmonta, una por una, las convicciones con que llegó.

Vale la pena detenerse en cada una de esas tres herramientas, porque en ellas está ya, en germen, todo el oficio del investigador. **Preguntar** es el gesto de quien no da el mundo por cerrado: quien pregunta reconoce, con humildad, que hay algo que no sabe, y con audacia, que ese algo se puede saber. **Explorar** es la pregunta hecha cuerpo: no basta con enunciar la duda, hay que ir a mirar, tocar, mover, comprobar (el niño que explora un charco puede jugar y observar a la vez; convertir esa observación en evidencia requiere acompañamiento). **Desarmar** es quizá el más subestimado de los tres, y el más científico de todos: desarmar es negarse a aceptar la superficie de las cosas, sospechar que detrás de lo que se ve hay un mecanismo, y querer conocerlo. El niño que abre el reloj para ver qué lo mueve está formulando, sin palabras, la hipótesis más fértil de la historia del conocimiento: que el mundo no es magia, sino mecanismo; que tiene partes, y que esas partes se pueden entender. Reprimir esas tres conductas (mandar callar, prohibir tocar, castigar el desarme) no es disciplinar a un niño inquieto: es apagar, uno por uno, los tres motores del pensamiento científico.

CONCEPTO MILC

La pregunta como acto vital

En el MILC entendemos la **pregunta** no como un paso de una secuencia didáctica, sino como un **acto vital**: la manera en que un ser humano manifiesta que está vivo frente a lo desconocido. Por eso, en el aula MILC, una buena pregunta del estudiante no interrumpe la clase (no es un desvío del plan): *es* la clase. Cuidar la pregunta ajena es cuidar la vida que la produce.

Cuando la escuela premia callar

¿Qué le pasa a esa avalancha de preguntas cuando el niño entra a la escuela? Con honestidad: muchas veces, se seca. No por maldad de nadie, sino por la mecánica misma de un aula pensada para *transmitir respuestas* en un tiempo corto. En ese aula, preguntar demasiado «atrasa el tema». La pregunta que no estaba en el plan se vuelve una molestia. Y el niño, que es un lector finísimo de gestos, aprende rápido la lección no escrita: **aquí se premia al que responde, no al que pregunta**. Entonces guarda silencio. No porque dejó de asombrarse (el sentido sigue ahí), sino porque entendió que el asombro, en voz alta, tiene costo.

El costo se paga en una moneda que rara vez contabilizamos. Cada vez que un «¿por qué?» sincero recibe como respuesta un «ahora no, que vamos atrasados» o un «eso no entra en la evaluación», el estudiante aprende dos cosas a la vez. La primera, la explícita: que esa pregunta no importaba. La segunda, la que hace el daño duradero: que *preguntar* no importa, que la curiosidad es un lujo que el aula no puede pagar. Basta repetir esa lección unas cuantas decenas de veces (y en doce años de escolaridad hay tiempo de sobra) para que el estudiante deje de molestarse en preguntar. No es que no pueda; es que aprendió que no vale la pena. Y ahí está el corazón del desperdicio: la escuela no destruye la capacidad de preguntar, la vuelve inútil, la deja oxidarse por falta de uso.

Ese es el desperdicio más grande de la escuela: no el de los recursos ni el del tiempo, sino el de la **materia prima más valiosa que entra por la puerta cada mañana** (la curiosidad de un salón lleno de niños que llegaron preguntando). El resto del libro trata, en el fondo, de no cometer ese desperdicio. Y el primer paso es tan simple que parece trampa: **volver a pedir preguntas, y tratarlas como si valieran**.

Aquí conviene anticipar la objeción del maestro honesto, el que no está siendo perezoso sino realista. «Todo esto suena muy bien», dirá, «pero yo tengo cuarenta estudiantes, un temario que cubrir y una prueba estandarizada al final del año. Si me detengo en cada pregunta, no termino el programa. La curiosidad es un lujo que mi calendario no me permite.» La objeción es seria y merece una respuesta seria, no un desprecio. Y la respuesta es doble. Primero: nadie propone perseguir *todas* las preguntas (sería imposible y hasta caótico); se propone **dejar de castigarlas todas**, que es distinto. Dar cinco minutos, reservar un muro, elegir una por semana, no descarrila ningún temario. Segundo, y más de fondo: la falsa economía está del otro lado. El maestro que «avanza» depositando contenido en estudiantes que ya dejaron de preguntar avanza sobre el vacío; cubre el programa pero no forma a nadie. En cambio, el aula que cuida la pregunta no pierde tiempo: abre oportunidades para **comprender y recordar con sentido**. Preguntar bien no es lo contrario de aprender el contenido; es lo que hace que el contenido, por fin, se aprenda de verdad y no de memoria.

Y no hace falta un gran montaje para comprobarlo: a veces basta con abrirle la puerta del aula a alguien que sepa, y dejar que las preguntas hagan el resto.

VENTANA AL AULA

Preguntas para un físico nuclear

(Clase con el físico nuclear Héctor Fabio Cárdenas Collazos, 2026. Testimonio real; estudiantes sin nombres.)

Un día, el semillero recibió a un físico nuclear, Héctor Fabio Cárdenas Collazos, para hablar de fisión, energía y sus riesgos. No fue una conferencia para escuchar en silencio: fue una clase que los estudiantes convirtieron en interrogatorio. Y las preguntas que hicieron no eran las del temario, eran las suyas.

La conversación abordó el funcionamiento de la energía nuclear, sus riesgos y su relación con otras fuentes de energía. El registro docente destaca que las preguntas de los estudiantes ampliaron el intercambio hacia los hábitos de consumo y el daño ambiental. Aquí se recoge el sentido de esa conversación, no una transcripción literal de sus intervenciones.

La distinción importa: ni la fuente energética ni los hábitos explican por sí solos todos los impactos. Investigar exige mirar también cómo se produce, distribuye y consume la energía. En aquella clase, una pregunta técnica abrió una conversación ética que el grupo pudo seguir explorando.

La pregunta que se vuelve reto

Hay un momento particularmente hermoso en la vida de una pregunta: aquel en que deja de ser una duda suelta y se convierte en un **reto** que alguien decide asumir. La pregunta infantil («¿qué hay allá arriba?») es pura maravilla; el reto («¿cómo se sobrevive allá arriba?») es esa maravilla que ya encontró una dirección y empieza a pedir método. Ese tránsito no es abandonar la pregunta de niño: es dejarla crecer hasta que ella misma reclame herramientas. Y ocurre, muchas veces, cuando el aula tiene el valor de traer al salón un problema real, sin solución garantizada, del tamaño del mundo.

VENTANA AL AULA

El reto de Marte

(Proyecto «The Mars Challenge», 2026. Testimonio real; alias de primer nombre.)

Nadie tuvo que pedirle a **Sebastián** que se asombrara con Marte: eso ya venía puesto, como en todo niño que alguna vez miró el cielo y se preguntó qué habría del otro lado. Lo nuevo fue lo que hizo con ese asombro. Sebastián llevó al semillero un reto educativo sobre Marte, consignado en la memoria docente como *The Mars Challenge*, para presentarlo a sus compañeros: no como una curiosidad para admirar de lejos, sino como un problema para pensar con las manos.

El reto conectaba dos mundos que la escuela suele mantener separados: la exploración espacial (esa que enciende la imaginación) y el **pensamiento de diseño** (esa disciplina terca de definir un problema, imaginar soluciones, probarlas y corregirlas). La pregunta de patio («¿cómo será vivir en Marte?») se volvió, en manos de Sebastián y sus compañeros, una cadena de preguntas con filo: ¿qué necesita un ser humano para sobrevivir donde no hay aire ni agua fácil? ¿qué problemas hay que resolver primero? ¿cómo se diseña algo para un lugar donde nadie ha estado?

Lo notable no fue el tema (por espectacular que sea), sino el gesto: un estudiante que toma un reto global y lo trae al aula para pensarlo en serio. El asombro de siempre («¿qué hay allá arriba?») no se había apagado con los años; había encontrado un método a su altura, y un planeta entero por delante.

Lo que hizo Sebastián dibuja, en pequeño, el arco completo de este libro. El asombro por Marte es el mismo asombro con que un niño levanta una piedra del patio: la diferencia es que ahora tiene un método (el pensamiento de diseño) y un alcance (un reto sobre la exploración de Marte) que lo llevan más lejos de lo que la sola maravilla podría. El reto no reemplazó la pregunta infantil; la honró, dándole por fin herramientas del tamaño de su ambición.

Hay algo más en esa escena que conviene no dejar pasar: Sebastián no recibió el reto de Marte, lo *trajo*. No fue un contenido que el maestro depositó, sino una pregunta que un estudiante eligió y llevó a sus compañeros. Ese matiz lo cambia todo. En un aula donde solo el maestro propone los temas, la curiosidad del estudiante no tiene por dónde salir; en un aula donde un estudiante puede traer su propio asombro y contagiarlo, la curiosidad de uno se vuelve motor de todos. El reto de Marte no fue una tarea asignada: fue una chispa compartida.

Y así se propaga la cultura investigativa, no por decreto del profesor, sino por contagio entre pares cuando el aula deja espacio para que la pregunta de uno se vuelva el proyecto de muchos.

La línea de base que ya está ahí

La lección del reto de Marte es la tesis de esta primera parte del libro: el docente no necesita *encender* la curiosidad de sus estudiantes (llega encendida); necesita **reconocer que ya está ahí** y darle un lugar. Reconocerla exige un pequeño giro, casi imperceptible pero difícil: dejar de ver la clase como el tiempo en que uno responde, y empezar a verla como el tiempo en que ellos preguntan.

Ese giro no cuesta dinero ni requiere laboratorio. Cuesta algo más raro: la disposición del maestro a **no tener todas las respuestas** y a que eso no lo asuste. Porque un aula donde el maestro lo sabe todo es un aula donde no queda nada por investigar. Y un aula donde caben las preguntas de verdad (las que ni el maestro sabe responder) es, por fin, un aula viva. El maestro que se atreve a decir «no sé, averigüémoslo» no pierde autoridad: la cambia por otra más honda. Deja de ser el que dispensa respuestas y pasa a ser el que enseña a buscarlas, que es lo único que el estudiante podrá seguir haciendo cuando el maestro ya no esté. Ese es, quizá, el secreto peor guardado del oficio: se enseña más con una buena pregunta compartida que con cien respuestas dictadas.

PREGUNTA MAYÉUTICA

¿Qué preguntas traían sus estudiantes antes de que usted les enseñara nada? Y hoy, ¿cuántas de esas preguntas seguirían cabiendo en su clase, o ya aprendieron a no hacerlas?

PROTOCOLO MILC

El muro de preguntas

Propósito: devolverle a la pregunta un lugar visible y sin costo en el aula.

1. Reserve una pared, una cartelera o un documento compartido con un solo título: **«Lo que nos preguntamos»**.
2. Ábralo con una consigna clara: aquí no se ponen respuestas, **solo preguntas** sobre lo que estudiamos o sobre el propio territorio. Ninguna pregunta es «tonta».
3. Dedique **cinco minutos** al inicio o al final de la clase para que quien quiera agregue una pregunta (anónima si lo prefiere, al comienzo).

PROTOCOLO MILC
(continúa)

4. Una vez por semana, lean el muro juntos. Marquen las preguntas que **podrían investigarse** (no las que ya tienen respuesta en un libro, sino las que exigirían salir a mirar, medir o preguntarle a alguien).
5. Guarden ese muro: será el semillero de proyectos cuando lleguen a la Parte IV.

Variantes y advertencias. Si el muro empieza vacío, no se alarme (es lo normal en un grupo que aprendió a callar): siembre usted las tres o cuatro primeras preguntas para dar permiso, y verá que en pocos días aparecen las ajenas. Si al principio solo escriben preguntas de broma o para ganar atención, no las borre con reproche: acójalas, y poco a poco eleve el nivel celebrando en voz alta las que sí abren un camino de investigación (se aprende por imitación de lo que se premia). Con los más pequeños, use dibujos o preguntas dictadas en voz alta que usted transcribe; con los mayores, permita el anonimato al comienzo (el miedo al ridículo es el gran enemigo del muro) y retírelo cuando ya haya confianza. Y cuide la trampa más fina: no convierta el muro en una tarea calificada. En cuanto la pregunta se vuelve nota, deja de ser curiosidad y vuelve a ser deber; el muro solo funciona mientras siga siendo un lugar sin costo. *El muro de preguntas es el hermano público de la* Bitácora del asombro *(Cap. 1): uno registra en privado lo que asombra; el otro lo pone a circular como bien común del aula.*

◎

En los dos primeros capítulos hemos reconocido una disposición a explorar que la escuela puede cultivar, y hemos situado la pregunta en el centro de ese trabajo. Falta nombrar con precisión eso que el niño trae y que la escuela debe cultivar (no arrancar). Freire le puso un nombre exacto: **curiosidad ingenua**. Al siguiente capítulo, entonces, a distinguir la curiosidad que llega sola de la que hay que ayudar a crecer.



CAPÍTULO 3

La curiosidad ingenua

La curiosidad que madura sin perder su deseo.

EN EL UMBRAL

Una explicación espontánea guarda algo valioso: el esfuerzo de comprender lo que sorprende. También puede contener errores que habrá que examinar. Acompañar ese paso exige atender a ambas cosas, al deseo y a sus límites. La lectura invita a pensar cómo una primera intuición puede aprender a contrastarse y volverse más exigente sin perder aquello que la hizo nacer.

¿Cómo ayudar a revisar una idea sin apagar el deseo de comprender?

«La curiosidad ingenua no es un error a corregir: es la semilla que el método debe hacer crecer, no arrancar.»

MILC

Hemos dicho que el asombro es natural (Cap. 1) y que la pregunta es su gesto (Cap. 2). Falta darle a eso que el niño trae su nombre exacto, porque de ese nombre depende cómo lo trate la escuela. Y aquí conviene escuchar a un autor que lo pensó desde nuestra América: Paulo Freire.

Freire distinguió dos formas de una misma curiosidad. A la primera la llamó **curiosidad ingenua**: la del sentido común, la espontánea, la que se asombra sin todavía preguntarse con rigor por qué. A la segunda, **curiosidad epistemológica**: la que se ha vuelto metódica, exigente, capaz de rigor. Lo decisivo (y lo que suele malinterpretarse) es la relación entre ambas. Para Freire, la curiosidad epistemológica no **reemplaza** a la ingenua ni la deja atrás como se deja una etapa infantil: **la continúa**. Es la misma curiosidad, que al hacerse crítica se vuelve más rigurosa sin dejar de ser curiosidad (Freire, 1996/1997).

Esa palabra (*continuar*, no *romper*) es la clave de todo este libro. Porque decide qué hace la escuela con lo que el niño trae.

Detengámonos en los dos adjetivos, porque en ellos cabe todo. «Ingenua» no es, para Freire, un insulto: no significa tonta ni equivocada, sino *sin filtrar*, espontánea, todavía sin las herramientas del método. Es la curiosidad que se asombra ante el rayo pero aún no lo mide, que pregunta por qué se inunda el barrio pero aún no compara datos de lluvia. «Epistemológica», por su parte, no significa fría ni adulta: significa que esa misma curiosidad se ha dotado de método, de exigencia, de rigor, sin haber perdido por el camino su fuego original. La palabra viene de *episteme* (el saber riguroso que los griegos distinguían de la mera opinión), y ahí está el punto: la curiosidad epistemológica es la ingenua que aprendió a no conformarse con la primera respuesta, a dudar de lo evidente, a exigir pruebas. Entre las dos no hay un abismo, hay un camino; y ese camino es, exactamente, lo que llamamos educar.

La distinción nace de una pedagogía que reconoce el saber de la experiencia. Nadie llega vacío al aprendizaje: trae palabras, prácticas y explicaciones construidas en su mundo. Reconocerlas no obliga a aceptarlas todas como verdaderas. Permite empezar una conversación en la que el estudiante pueda revisar lo que piensa sin sentir que debe renunciar a su historia para aprender. Ese es el cuidado que la curiosidad ingenua pide a la escuela.

El malentendido que apaga

Muchas aulas operan sobre un malentendido silencioso: creen que su tarea es **sustituir** la curiosidad ingenua (esa cosa infantil, desordenada) por conocimiento serio. Como si la curiosidad del niño fuera un borrador que hay que borrar para escribir encima lo correcto. Bajo esa creencia, cada «¿por qué?» espontáneo se trata como ruido a silenciar hasta que el estudiante «esté listo» para el saber auténtico.

El problema es que, cuando se borra la curiosidad ingenua, **no queda nada sobre lo cual escribir**. La curiosidad epistemológica (la rigurosa, la científica) no nace de un aula que apagó la ingenua: nace de un aula que la **cultivó**. No hay atajo. No se llega al rigor por el camino de matar el deseo; se llega **haciendo crecer el deseo hasta que él mismo pide rigor**. El estudiante que quiere de verdad saber por qué se inunda su barrio termina, por su propia hambre, necesitando medir, comparar, documentar. El método no se le impone desde afuera: se lo pide su propia curiosidad cuando la dejamos crecer.

Vale la pena insistir en este punto, porque es contraintuitivo y va contra buena parte del sentido común escolar. Solemos creer que el rigor es lo opuesto del entusiasmo: que hay una fase divertida (la del asombro, la de jugar) y otra seria (la del método, la de trabajar), y que crecer consiste en pasar de la primera a la segunda dejándola atrás. Freire invierte por completo esa creencia. Para él, el rigor no es enemigo del deseo: es **hijo del deseo**. Un estudiante llega a valorar la exactitud de una medición cuando de esa medición depende una respuesta que *le importa*; llega a cuidar una fuente cuando quiere convencer de algo que *le arde*; llega a repetir un experimento diez veces cuando el resultado *le hace falta*. El rigor sin deseo es tortura y se olvida apenas pasa el examen; el rigor nacido del deseo se vuelve parte de la persona. Por eso la fórmula del MILC no es «primero el juego, después el trabajo», sino: el deseo bien cultivado *se convierte* en trabajo, sin dejar de ser deseo. Ese es el hilo que no hay que cortar.

CONCEPTO MILC

De la curiosidad ingenua a la epistemológica

El MILC asume la tesis freireana como columna: la **curiosidad ingenua** (natural, espontánea) es la materia prima; la **curiosidad epistemológica** (rigurosa, metódica) es su maduración, no su reemplazo. Toda la pedagogía del modelo cabe en un solo verbo: **cultivar** (no instalar, que sería imposible; no arrancar, que sería un crimen pedagógico). *Dar método sin domar* es exactamente esto: acompañar el paso de una curiosidad a la otra sin cortar el hilo que las une.

Alguien podría objetar, con razón aparente, que esta defensa de la curiosidad ingenua es una coartada para la improvisación: «si todo es dejar que el niño siga su curiosidad, ¿dónde queda el contenido difícil, el que nunca es espontáneamente atractivo? Hay saberes (la ortografía, las tablas, la estructura de una célula) que ningún niño desea por sí mismo y que, sin embargo, hay que enseñar.» La objeción es legítima y el MILC la toma en serio. La respuesta no es negar que existan esos saberes áridos, sino recordar dónde encajan. La curiosidad epistemológica no significa que el estudiante solo aprenda lo que le da la gana; significa que el aula parte del deseo para *llegar* al rigor, incluido el rigor árido. El estudiante que quiere construir un robot que evite obstáculos termina necesitando geometría, lógica y hasta paciencia para la frustración; nadie tuvo que convencerlo de que la geometría era importante, la descubrió necesaria. Cultivar la curiosidad ingenua no es rebajar el contenido: es encontrarle al contenido difícil una pregunta viva que lo haga por fin necesario. El rigor no se sacrifica; se **motiva**.

Una cultura que se sembró, no se decretó

Cuando una institución decide tomarse en serio esta idea, no empieza montando laboratorios ni comprando equipos. Empieza por algo más humilde y más difícil: **cambiar lo que premia**. Deja de premiar solo la respuesta correcta y empieza a premiar la buena pregunta, el problema bien planteado, la curiosidad que se sostiene en el tiempo. Y de ahí, poco a poco, brota una **cultura investigativa** (que no se decreta en una reunión: se siembra clase a clase).

VENTANA AL AULA

El año en que la curiosidad se volvió cultura

(Primeras experiencias investigativas escolares, 2012. Testimonio real; sin nombres.)

No hubo un acto fundacional, ni una resolución, ni un presupuesto. Hubo una decisión pequeña y terca: orientar el aula hacia la **curiosidad científica**, la **solución de problemas del entorno** y el **aprendizaje activo**, en lugar de hacia la sola repetición de contenidos. Al principio era casi invisible (una forma distinta de dar clase, más preguntas y menos dictado). Pero esa forma distinta fue, con los años, la semilla de todo lo que vino después: los semilleros, las ferias, las campañas de ciencia real, los libros escritos por estudiantes. Visto de lejos, aquel 2012 no parecía gran cosa. Visto en su fruto, fue el momento en que una curiosidad ingenua (la de siempre, la de todos los niños) empezó a ser tratada, por primera vez, como algo que merecía crecer. La cul-

VENTANA AL AULA (continúa)

tura investigativa de la institución no nació de un gran plan: nació de dejar de desperdiciar lo que los estudiantes ya traían.

Aquel 2012 enseña algo que ningún manual dice con suficiente fuerza: la transformación no empieza por los recursos, empieza por la **mirada**. El día en que un maestro deja de ver la curiosidad de sus estudiantes como una interrupción y empieza a verla como el principio de todo, ya cambió el aula (aunque todavía no tenga un solo sensor ni un solo telescopio).

Cuando la curiosidad encuentra su primera casa

Hay un momento en que la curiosidad cultivada, difusa y dispersa, encuentra por fin un lugar donde asentarse: una forma, un nombre, una estructura que la sostenga en el tiempo. Ese momento no es todavía el rigor pleno, pero es el primer paso hacia él: la curiosidad ingenua deja de ser un chispazo suelto en una clase y empieza a tener una casa propia, con horarios, con integrantes, con un propósito. Esa casa, en la historia de esta institución, tuvo un primer techo concreto.

VENTANA AL AULA

La primera casa de la curiosidad

(Fundación del semillero de robótica, 2015. Testimonio real; alias de primer nombre.)

En 2015, la curiosidad que venía sembrándose desde hacía años en las aulas encontró por fin una estructura donde crecer: nació el **primer semillero formal de robótica** de la institución. No fue un club improvisado ni una actividad suelta de la tarde. Nació articulado con la **Universidad del Valle** y en el marco del programa **ONDAS**, es decir, conectado desde el primer día con la ciencia que se hace más allá de la escuela.

El nombre que la impulsó fue el de **Sandra**. Fundar un semillero no es dictar un tema: es sostener un espacio donde la curiosidad de los estudiantes pueda volverse método sin dejar de ser curiosidad. Es conseguir el tiempo, la articulación con la universidad, la continuidad que hace que un grupo no se disuelva a la primera dificultad. Eso fue lo que aquella fundación puso en marcha.

Lo que en 2012 había sido una forma distinta de dar clase tuvo, en 2015, un cuerpo con nombre propio. La curiosidad ingenua ya no era solo una mirada del maestro: era un semillero, una raíz. De esa raíz, con los años, crecería todo

VENTANA AL AULA (continúa)

un ecosistema de investigación escolar; pero la raíz fue esta, y tuvo fecha, y tuvo quien la sembrara.

La fundación del semillero completa la lección del capítulo. La curiosidad ingenua no madura en el vacío: necesita una casa que la aloje, un adulto que la sostenga, una articulación que la conecte con la ciencia real. El semillero de 2015 fue eso: la estructura donde la curiosidad de siempre pudo, por primera vez, empezar a volverse epistemológica sin perder su fuego. Sembrar una cultura es el primer gesto; darle una casa donde crecer es el segundo. Ninguno de los dos se decreta: los dos se siembran, con paciencia y con nombre propio.

Hay un detalle en esa fundación que ilumina toda la tesis freireana de este capítulo: el semillero nació **articulado con la universidad**, no aislado en el aula. Y eso no es un adorno institucional, es exactamente el paso de la curiosidad ingenua a la epistemológica hecho estructura. La curiosidad ingenua puede vivir sola, en el patio, con una piedra; la epistemológica necesita conectarse con la comunidad que produce el saber riguroso (la universidad, los programas de ciencia, los investigadores que ya recorrieron el camino). Al nacer articulado con la Universidad del Valle y con ONDAS, el semillero no puso a los estudiantes a «jugar a la ciencia»: los conectó, desde el primer día, con la ciencia que se hace de verdad. Ese puente entre la escuela y la ciencia real es, quizá, el gesto pedagógico más difícil y más fértil: es lo que impide que la curiosidad cultivada se quede en entusiasmo sin rigor, y lo que impide, a la vez, que el rigor llegue como una imposición ajena. La casa de la curiosidad tenía, desde su fundación, una puerta abierta hacia afuera. Y por esa puerta, con los años, entró todo: los proyectos, las ferias, las alianzas, la ciencia real que ningún aula cerrada sobre sí misma habría podido alcanzar.

El puente hacia la segunda parte

Cerramos así la primera parte del libro. Hemos sostenido tres cosas que, juntas, forman su cimiento: el asombro es un sentido natural (Cap. 1); la pregunta es su gesto y la línea de base del niño (Cap. 2); y eso que el niño trae tiene un nombre (curiosidad ingenua) y un destino posible (volverse epistemológica sin dejar de ser curiosidad, Cap. 3).

Si todo esto es cierto (si la curiosidad llega encendida y solo pide crecer), entonces cabe una pregunta dura, que abre la segunda parte del libro: **¿por qué, entonces, tantos jóvenes de quince años ya casi no preguntan?** Algo, entre los cinco y los quince, apaga el sueño. Y ese algo, con demasiada frecuencia, tiene la forma de un salón de clases. A entender qué lo apaga (para poder dejar de hacerlo) dedicamos la Parte II.

Conviene despedir esta primera parte con una advertencia, para que nadie se lleve una lección equivocada. Nada de lo dicho hasta aquí significa que baste con dejar al estudiante hacer lo que quiera y esperar que la curiosidad florezca sola. Esa lectura perezosa traicionaría a Freire tanto como el modelo bancario que él criticó. Cultivar no es abandonar: el jardinero que deja de podar, de regar y de proteger la planta no la está respetando, la está descuidando. Cultivar la curiosidad ingenua exige, del maestro, más trabajo y no menos: exige plantear buenos problemas, sostener la investigación cuando se pone difícil, introducir el rigor en el momento justo (ni antes de que la pregunta lo pida, ni tan tarde que la curiosidad se disperse sin fruto). La diferencia con la escuela bancaria no está en el esfuerzo (los dos maestros trabajan duro), sino en la dirección: uno trabaja para depositar respuestas, el otro para hacer crecer preguntas. Y hacer crecer, cualquiera que haya cuidado una planta lo sabe, es la tarea más paciente de todas.

PREGUNTA MAYÉUTICA

¿Cuándo fue la última vez que usted dejó, a propósito, una pregunta sin responder, para que el estudiante tuviera que perseguirla? ¿Qué pasó con él cuando lo hizo?

PROTOCOLO MILC

Diario de curiosidades

Propósito: que cada estudiante reconozca y sostenga su propia curiosidad ingenua (el paso previo a volverla epistemológica).

1. Cada estudiante lleva un pequeño **diario de curiosidades** (una libreta, una nota en el celular, lo que tenga).
2. Durante dos semanas, anota **una cosa por día que le haya dado curiosidad** (de la clase, del barrio, de una conversación, de una pantalla). Solo la curiosidad; todavía no la respuesta.
3. Al terminar, cada uno relee su diario y elige la curiosidad que **más le siga picando**. Esa es la suya (no la que el maestro le asignó: la que él descubrió que le importaba).
4. Esa curiosidad elegida entra al muro del aula (Cap. 2) y se convierte en candidata a proyecto (Parte IV).

Variantes y advertencias. Si un estudiante dice que «nada le da curiosidad», no lo fuerce ni lo juzgue: lo más probable es que aprendió a no reconocer su propia curiosidad (la reprimió tantas veces que dejó de notarla). Empiece

PROTOCOLO MILC
(continúa)

con él por lo pequeño (¿qué fue lo último que lo hizo detenerse en una pantalla, o preguntarse algo en la calle?) y verá que la curiosidad está, solo que enterrada. Si el grupo confunde «curiosidad» con «lo que no entendí de la clase», aclare la diferencia: no se busca la duda del tema, sino la pregunta viva sobre el mundo. Con los más pequeños, reemplace el diario escrito por un dibujo diario o una foto; con los mayores, permita que el diario sea privado y que solo compartan la curiosidad que ellos elijan (la intimidad protege la sinceridad). Y no lo califique: un diario de curiosidades con nota se convierte, en una semana, en un diario de lo que el estudiante cree que el maestro quiere leer. *El diario de curiosidades hace visible, para el propio estudiante, que su curiosidad ingenua existe y vale. Es difícil cultivar lo que no se ve; este instrumento lo pone delante de sus ojos.*

RUTA DEL DIARIO DE CURIOSIDADES

Registrar cada día → Releer y elegir → Compartir la pregunta

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

Una pregunta que sobrevive al día

ME DETUVE	**Algo llamó mi atención.** Describir el detalle antes de buscar una respuesta.
VOLVÍ	**La curiosidad seguía allí.** Anotar qué cambió al mirar otra vez y qué falta comprender.
ELEGÍ	**Quiero seguir esta pista.** Compartir la pregunta que importa y proponer un primer paso.

Guía para releer el diario. No hace falta convertir cada curiosidad en un proyecto: elegir también es aprender a sostener la atención.

FIGURA 2 · LECTURA VISUAL

Una curiosidad que aprende a investigar

Tres gestos que sostienen una misma búsqueda.

1

Asombrarse

Algo del mundo propio llama la atención: una piedra, una voz, un fenómeno cotidiano.

El maestro: Dar tiempo para detenerse y mirar.

2

Preguntar

La sorpresa encuentra palabras. El estudiante reconoce qué le importa comprender.

El maestro: Escuchar la pregunta y ayudar a conservarla.

3

Cultivar

La inquietud pide comparar, buscar pruebas y conversar con quienes saben del tema.

El maestro: Ofrecer herramientas y una comunidad para investigar.

La curiosidad gana rigor cuando encuentra motivos, tiempo y compañía para continuar.

Síntesis de los capítulos 1–3. Las conexiones muestran continuidad pedagógica, no etapas rígidas ni una escala de capacidad.

II

PARTE II

Lo que apaga el sueño

Cómo la escuela, sin proponérselo, aprende a domesticar la pregunta con que el niño llegó al mundo.



COLECCIÓN MILC · TOMO III · EL CÓMO

Las piezas necesitan una pregunta que les dé sentido.
Interpretación pictórica de una fotografía de ConectaTE · MILC-A077.



CAPÍTULO 4

La escuela bancaria

Cuando enseñar se reduce a entregar respuestas.

EN EL UMBRAL

Una clase puede terminar con el tablero lleno y ninguna pregunta abierta. Se explicó, se copió, se recordó; queda por saber qué pudo pensar cada estudiante. Detenerse ante esa escena permite examinar el lugar que damos a la voz de quien aprende. Aquí comienza una revisión de las costumbres que vuelven la respuesta esperada más importante que el camino para buscarla.

¿Qué lugar tiene el pensamiento propio en una clase que ya conoce todas las respuestas?

> *«La escuela que solo da respuestas educa para un mundo que ya no existe: uno donde alguien tenía todas las respuestas.»*
>
> **MILC**

Terminamos la primera parte con una pregunta incómoda: si la curiosidad llega encendida y solo pide crecer, ¿por qué tantos jóvenes de quince años ya casi no preguntan? La respuesta no es cómoda para quienes hacemos escuela, porque nos señala a nosotros. Algo, entre los cinco y los quince años, apaga el sueño. Y ese algo tiene, muchas veces, la forma de un modelo de enseñanza que Freire describió con una imagen inolvidable: la **educación bancaria**.

Depositar en lugar de despertar

En la concepción bancaria (Freire, 1968/1970), el maestro es quien sabe y el estudiante quien no sabe; enseñar consiste en **depositar** contenidos en el estudiante, como quien hace un depósito en una cuenta. El buen estudiante, en ese modelo, es el buen recipiente: el que recibe con docilidad, archiva con orden y devuelve con fidelidad lo depositado (en el examen, que es el momento del retiro). La educación se vuelve, así, un acto de transferencia: del que tiene el saber al que no lo tiene. Y la relación se congela: uno habla, el otro escucha; uno deposita, el otro recibe; uno piensa, el otro es pensado.

Conviene desplegar la imagen de Freire, porque es más aguda de lo que parece a primera vista. Freire no eligió la metáfora bancaria por casualidad ni por mero desprecio: la eligió porque describe con precisión una **relación de poder**. En un banco, el que deposita manda y la cuenta obedece; el dinero no discute, no interpreta, no transforma lo que recibe, solo lo guarda hasta que se lo pidan. Trasladado al aula, eso significa que el estudiante bancario es tratado como un objeto, no como un sujeto: alguien a quien se le hace algo (se le deposita), no alguien que hace. Y Freire vio que esa pasividad no es neutral. Un estudiante entrenado durante doce años para recibir sin cuestionar no solo aprende contenidos: aprende una **postura ante el mundo**, la del que espera que otro (el maestro, el jefe, el líder, la pantalla) le diga qué es verdad y qué hacer. La educación bancaria, para Freire, no produce ignorantes: produce dóciles. Y esa es una consecuencia política, no solo pedagógica.

Freire vio con claridad el precio de ese modelo: **cuanto más eficazmente se llena al estudiante de depósitos, menos desarrolla la conciencia crítica que resultaría de su inser-**

ción en el mundo como transformador. Traducido a nuestro tema: la educación bancaria no apaga la curiosidad por descuido, la apaga por **diseño**. Un recipiente no pregunta. Un recipiente que preguntara sería un mal recipiente (interrumpiría el depósito). Por eso el aula bancaria, sin proponérselo como maldad, entrena a callar: premia al que devuelve la respuesta esperada y trata la pregunta inesperada como una fuga del temario.

Aquí está el nudo que Freire desató y que conviene tener muy presente: el modelo bancario y la curiosidad son **incompatibles por estructura**, no por accidente. No es que un maestro bancario descuidado se olvide de cuidar las preguntas; es que su modelo, para funcionar, *necesita* que no haya preguntas. La pregunta genuina detiene el depósito, abre un desvío, obliga a pensar en tiempo real algo que no estaba en el guion. Un aula optimizada para transferir el máximo de contenido en el mínimo de tiempo experimenta la pregunta como lo que, desde su lógica, efectivamente es: una pérdida de eficiencia. Por eso no basta con pedirle al maestro bancario que «sea más abierto a las preguntas»: mientras conserve el modelo, las preguntas le seguirán estorbando, y él lo notará y las estudiantes también. Cambiar de verdad exige cambiar el modelo, no solo la actitud.

El mundo para el que ya no sirve

Podría decirse que la educación bancaria, al menos, era eficiente para un mundo en que el saber era escaso y estable: alguien lo tenía (el maestro, el libro) y había que transferirlo. Pero ese mundo se acabó. Hoy el saber es abundante y cambiante (está a un toque de distancia, se actualiza cada año, se contradice, se discute). En un mundo así, **llenar a un estudiante de respuestas es prepararlo para un examen que la vida ya no le va a tomar**. Lo que la vida sí le tomará (todos los días, en el trabajo, en la ciudadanía, frente a la pantalla) es su capacidad de **hacer buenas preguntas**, de dudar de lo que le muestran, de investigar por su cuenta. Y esa es, justamente, la capacidad que el modelo bancario desactiva.

Aquí aparece el drama silencioso de muchas aulas: forman con esmero para un mundo que ya no existe, y desarman sin querer la única competencia que el mundo real premia. No por mala fe (los maestros bancarios suelen ser dedicados y bienintencionados), sino por inercia de un modelo que nadie eligió y casi nadie discute.

Conviene ser justos con la historia, porque el modelo bancario no fue una perversidad: fue una respuesta razonable a un mundo que ya no es el nuestro. Nació con la escuela de masas del siglo XIX, pensada para llevar unos pocos saberes básicos a muchísimas personas en poco tiempo, y para preparar trabajadores que ocuparían puestos estables y repetitivos durante toda una vida. En aquel mundo, el saber cambiaba despacio, la información era cara y escasa, y la obediencia era, de hecho, una virtud laboral. Depositar contenidos y formar recipientes

dóciles no era absurdo entonces: era funcional. El problema no es que el modelo bancario haya sido siempre malo; es que sobrevivió al mundo que lo hacía razonable. Seguimos manejando el aula con el manual de una época en que la información era escasa, cuando hoy sobra; formando para la obediencia, cuando hoy se premia el criterio; entrenando para respuestas fijas, cuando hoy la vida solo hace preguntas abiertas. Reconocer ese origen no es defender el modelo, es entender por qué cuesta tanto soltarlo: no combatimos una maldad, combatimos una inercia de doscientos años.

El punto merece subrayarse, porque hoy tiene un filo nuevo que Freire no alcanzó a ver del todo, pero que su análisis anticipa con asombrosa precisión. En un mundo donde cualquier respuesta memorizable está a un clic (y donde una máquina puede generar respuestas plausibles a granel en segundos), el valor del que solo sabe devolver respuestas depositadas tiende, literalmente, a cero. Nadie va a contratar, ni a escuchar, ni a necesitar a alguien que hace peor y más lento lo que un buscador hace gratis. Lo escaso, lo que ninguna máquina reemplaza, es lo contrario del recipiente: el criterio para saber *qué* preguntar, la duda para no tragarse la primera respuesta, el juicio para distinguir lo verdadero de lo verosímil. La escuela bancaria, que se dedica con esmero a producir buenos recipientes, está fabricando en serie precisamente la habilidad que el mundo ya no necesita, mientras descuida la única que sí. Es un desajuste histórico, y los estudiantes lo pagan.

CONCEPTO MILC

La pregunta domesticada

Llamamos **pregunta domesticada** a lo que la escuela bancaria le hace a la curiosidad: no la elimina de golpe (sería visible), la **amansa**. La reduce a la pregunta útil para el examen («¿esto entra en la prueba?»), le quita el filo, la vuelve inofensiva. El MILC se define, en negativo, contra esto: donde la escuela bancaria domestica la pregunta, el MILC la **libera** (la devuelve a su estado salvaje y fértil: la pregunta que no tiene respuesta garantizada y que, por eso, hay que ir a investigar).

Un lector escéptico podría, con buenas razones, salir en defensa del modelo bancario: «no todo es preguntar. Hay un piso de conocimientos, hechos, técnicas y datos que el estudiante simplemente debe tener, y transmitirlos con eficiencia es una virtud, no un pecado. Un cirujano no improvisa la anatomía, ni un ingeniero descubre por curiosidad el teorema de Pitágoras. Sin ese depósito de base, no hay sobre qué investigar.» La objeción es sólida y hay que concederle lo que tiene de verdad: sí existe un piso de saberes que se transmiten, y sí, el rigor necesita contenido (lo dice el propio protocolo de este capítulo). Pero la crítica de Freire no apunta a que se transmitan saberes; apunta a que la transmisión se vuelva **la relación to-**

tal del aula, el único modo en que el estudiante existe frente al conocimiento. Transmitir la anatomía está bien; formar a alguien que solo sabe recibir anatomía y nunca preguntarse por un caso que no encaja, ese es el problema. Lo bancario no es enseñar contenido: es reducir al estudiante a recipiente. Se puede (se debe) transmitir con eficiencia el piso de base *y*, sobre él, formar a alguien que piensa. Lo uno no excluye lo otro; el modelo bancario es el que, al absolutizarse, lo impide.

Otra cosa es posible (y ya ocurre)

Frente al depósito, Freire propuso una educación **problematizadora**, en la que el conocimiento se construye en una relación entre personas y mundo (Freire, 1968/1970). El maestro conserva una responsabilidad específica, pero el estudiante participa como interlocutor que pregunta, interpreta y transforma lo que aprende.

La propuesta exige dos cuidados simultáneos: evitar que el maestro monopolice la palabra y evitar que el estudiante quede abandonado a sus propios recursos. Un problema compartido ofrece un motivo para leer, discutir y contrastar. Acompañar esa búsqueda requiere preparación, tiempo y condiciones institucionales, además de una disposición a escuchar. El cambio de relación se vuelve visible cuando el saber puede circular y cada participante tiene algo que hacer con él.

VENTANA AL AULA

Cuando los que aprendieron enseñan

(Formación de estudiantes por estudiantes, 2022. Testimonio real; sin nombres: líderes estudiantiles.)

En el semillero pasó algo que la lógica bancaria no permite: **los estudiantes más avanzados empezaron a formar a los nuevos**. No como ayudantes del profesor, sino como responsables de verdad de que otro aprendiera. El que hasta hace un año era «recipiente» se volvió, sin dejar de aprender, alguien que enseña.

Y ahí se vio la diferencia con el depósito. Cuando un estudiante explica a otro, no puede limitarse a repetir: tiene que **haber entendido**, tiene que anticipar preguntas, tiene que volver a pensar lo que creía sabido. El saber dejó de ser algo que se recibe y se devuelve; se volvió algo que **circula y crece** al pasar de mano en mano. La autonomía no se enseñó con un discurso sobre la autonomía: se instaló dándoles la responsabilidad de sostener el conocimiento de otro.

Lo que ahí ocurrió muestra que la alternativa al modelo bancario no es una teoría: es una práctica que cualquier maestro puede empezar mañana. Basta con correrse del centro (dejar de ser el único que deposita) y confiarle a los estudiantes una parte real de la responsabilidad de aprender y enseñar. La curiosidad, que el depósito domesticaba, vuelve sola cuando el aula vuelve a ser un lugar donde pensar es de todos.

Y a veces lo que vuelve no es solo la curiosidad: es la voz.

VENTANA AL AULA

Una voz que encontró dónde crecer

(Semillero de investigación Betelgeuse, desde 2022. Testimonio real; nombre de pila.)

Luisa encontraba grandes dificultades al hablar en público. Las exposiciones evaluadas eran una experiencia exigente para ella. En el semillero Betelgeuse encontró otra situación: compartir una investigación propia, trabajar con compañeros y hablar sobre la astronomía que le interesaba.

Según la memoria del autor, su participación fue ganando confianza y alcance. Llegó a liderar talleres de constelaciones, a presentar el trabajo del semillero y a obtener reconocimientos por su capacidad de exposición. Su trayectoria incluyó también un intercambio educativo en Brasil vinculado con sus logros extracurriculares.

El valor pedagógico del relato está en ese recorrido: una estudiante que encontró apoyos y motivos para tomar la palabra. No permite atribuir todo el cambio a una única práctica. Sí invita a preguntarse qué cambia cuando la escuela acompaña la comunicación como un aprendizaje, reconoce distintos tiempos y ofrece algo propio que compartir.

Conviene aclarar qué significa, en concreto, esa palabra que Freire eligió: *problematizar*. No es complicar las cosas, ni volverlas oscuras, ni convertir cada clase en un debate sin rumbo. Problematizar es lo contrario de dar el mundo por resuelto: es tomar aquello que la escuela suele presentar como un hecho cerrado (la fórmula que hay que memorizar, el dato que hay que repetir) y devolverle su carácter de problema abierto, de algo que alguien tuvo que descubrir, que podría haber sido de otro modo, que todavía guarda preguntas. El maestro problematizador no llega con la respuesta envuelta para regalo; llega con una buena pregunta y la disposición a buscarla con sus estudiantes. Donde el modelo bancario dice «esto es así, apréndanlo», el modelo problematizador dice «¿por qué será así?, averigüémoslo». La diferencia parece pequeña y lo cambia todo: en el primer caso el estudiante recibe un mundo terminado y muerto; en el segundo, entra a un mundo vivo, inacabado, que lo necesita para

seguir descubriéndose. Y un mundo que lo necesita es un mundo que le devuelve las ganas de preguntar.

Enseñar a un compañero puede abrir otra oportunidad de aprendizaje: ordenar una explicación, descubrir un hueco y volver a buscar. Para que eso ocurra, el docente prepara la actividad, comprueba la comprensión y acompaña los errores. Compartir la palabra tiene valor cuando también se comparten recursos para aprender, no cuando se cambia al adulto por un estudiante sin ofrecerle apoyo.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Cuente, de su última unidad, cuántas de sus evaluaciones premiaban **recordar** lo depositado y cuántas premiaban **preguntar, dudar o investigar**. ¿Qué le dice esa proporción sobre lo que su aula, en la práctica, considera «aprender»?*

PROTOCOLO MILC

Auditoría «respuestas vs. preguntas»

Propósito: hacer visible cuánto de su enseñanza es depósito y cuánto es problematización (no para culparse, sino para poder cambiarlo).

1. Tome la planeación y las evaluaciones de **una unidad reciente**.
2. Clasifique cada actividad y cada pregunta de examen en dos columnas: **«pide recordar/repetir»** o **«pide preguntar/indagar/argumentar»**.
3. Cuente. Sin juzgarse: solo mire la proporción real (casi siempre sorprende).
4. Elija **una sola** actividad de la columna «recordar» y **reescríbala** para que pida investigar (cambie «defina X» por «encuentre un caso de X en su barrio y explíquelo»).
5. Aplíquela y observe qué pasa con la energía del aula.

Variantes y advertencias. Si al contar le da una proporción abrumadoramente «bancaria», no lo tome como una sentencia sobre usted: es el resultado más común, y no por un defecto suyo, sino porque es el modelo de escuela que casi todos heredamos (una tradición transmisiva que precede a cualquier maestro concreto). El valor del ejercicio no es el veredicto, sino el punto de partida para moverlo. Un error frecuente es querer voltear la uni-

PROTOCOLO MILC
(continúa)

dad entera de golpe: no lo haga, cambie *una* actividad y consolídela antes de la siguiente (una transformación sostenible pesa más que una revolución que se abandona en marzo). Otro error es confundir «pregunta» con adivinanza: reescribir «defina la fotosíntesis» como «¿qué es la fotosíntesis?» no cambia nada, sigue pidiendo recordar; la reescritura buena convierte el verbo en investigar, medir, comparar o argumentar sobre algo del propio entorno. Adapte por grado: con los pequeños, la indagación puede ser observar y describir (salir a mirar, contar, dibujar lo que encontraron); con los mayores, exija ya que la respuesta se sostenga en datos o fuentes. Y no confunda esta auditoría con abolir el contenido: *el rigor necesita saberes*. Se trata de dejar de tratar al estudiante como una cuenta donde se deposita, y empezar a tratarlo como alguien que piensa.

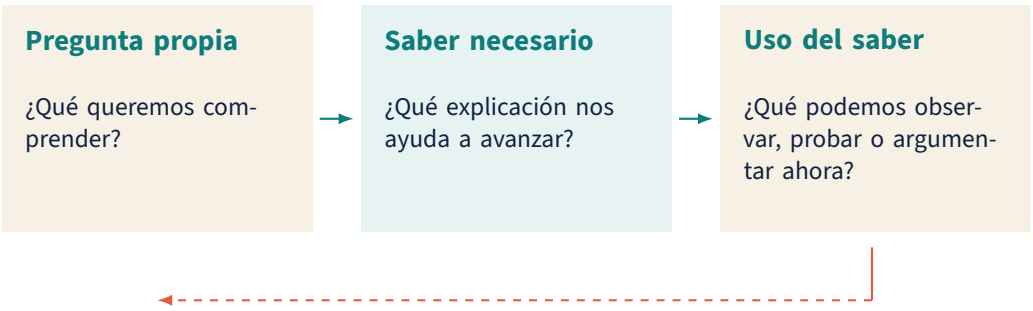
◎

Antes de pasar al segundo apagador, conviene dejar claro qué se propone y qué no se propone este capítulo, para que nadie se defienda de una acusación que no le hicimos. No estamos diciendo que todo maestro que explica sea un banquero, ni que dar una clase magistral sea un pecado, ni que el contenido sobre. Un momento de exposición clara, en el instante justo, puede ser exactamente lo que una investigación necesita para avanzar. Lo bancario no es el acto de enseñar: es la reducción del aula a ese solo acto, la conversión del estudiante en pura cuenta receptora, la eliminación de la pregunta como forma de vida del salón. Se puede explicar sin ser banquero, siempre que la explicación esté al servicio de una investigación que el estudiante desea, y no al revés. La frontera no pasa por si el maestro habla o calla, sino por si el aula, en su conjunto, trata al estudiante como recipiente o como pensador. Ese es el criterio, y con él en la mano seguimos.

Ya nombramos el primer apagador del sueño: un modelo que, por su propia mecánica, domestica la pregunta. Pero hay un segundo apagador, más nuevo y más silencioso, que hoy compite con la escuela por lo más escaso del aula: la atención. En el próximo capítulo, el mercado de la atención entra al salón de clases (y descubrimos que la respuesta no es prohibir la pantalla, sino reconquistar el asombro).

FIGURA 3 · LECTURA VISUAL

Una explicación al servicio de una pregunta



Una nueva observación permite revisar la pregunta y decidir qué hace falta aprender.

Síntesis del capítulo 4: la explicación docente cobra sentido dentro de una búsqueda que el estudiante puede continuar.

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

Cuando el contenido se vuelve necesario

SITUACIÓN	**El agua permanece en un rincón del patio.** ¿Ocurre igual en otro punto después de llover?
EXPLICACIÓN	**Aprender sobre pendiente y permeabilidad.** El concepto ayuda a decidir qué observar y comparar.
REGRESO	**Volver al lugar con una tarea concreta.** Registrar duración del encharcamiento, tipo de superficie y condiciones.

La explicación abre una acción.

Si después de escucharla el estudiante puede formular una comparación, elegir un registro o revisar su idea, el saber empezó a trabajar dentro de su pregunta.

Ejemplo didáctico de articulación entre pregunta, contenido y observación. No corresponde a resultados de una investigación del semillero.

CAPÍTULO 5

El mercado de la atención en el aula

Recuperar tiempo y atención para una pregunta propia.



EN EL UMBRAL

Una notificación puede interrumpir una búsqueda apenas iniciada. Volver a ella cuesta, sobre todo cuando todavía no se ha descubierto por qué importa. La atención necesita condiciones para sostenerse: tiempo, una inquietud reconocible y oportunidades de profundizar. Mirar lo que ocurre entre la pantalla y el aula nos invita a preguntar qué experiencias merecen una atención que pueda elegirse y cuidarse.

¿Qué podría volver valioso quedarse con una pregunta el tiempo suficiente?

«Una pregunta propia puede darle rumbo a la mirada en un mundo que disputa su atención.»

MILC

El primer apagador del sueño (Cap. 4) es viejo: el modelo bancario lleva siglos domesticando la pregunta. El segundo es nuevo y, en cierto modo, más difícil de combatir, porque no vive dentro del aula sino en el bolsillo de cada estudiante. Se trata de una industria (poderosa, sofisticada, financiada con miles de millones) cuyo único negocio es **capturar la atención de los jóvenes y venderla**. A esa industria le dedicamos el Tomo I de esta colección (Cardenas Orozco, 2026b); aquí importa una cosa distinta y más concreta: lo que esa industria hace, cada día, cuando entra al salón de clases en el bolsillo de cada estudiante.

La atención como recurso disputado

En la era *onlife* (esa en que ya no distinguimos del todo entre estar conectados y estar desconectados), la atención se volvió el recurso más escaso y más disputado. Cada aplicación, cada plataforma, cada notificación está diseñada por equipos expertos para ganar unos segundos más de mirada. Y contra ese diseño (probado, optimizado, adictivo por construcción) compite, todos los días, un maestro con un tablero.

Es una competencia desigual, y conviene decirlo sin dramatismo pero sin ingenuidad: **el aula está perdiendo**. No porque los jóvenes sean peores que antes, ni porque los maestros sean flojos, sino porque enfrentan a un adversario que se llevó lo mejor de la ingeniería del comportamiento para un solo fin: que el joven mire la pantalla y no la suelte. Llamar «distracción» a eso se queda corto. Es *extractivismo*: la extracción sistemática de un recurso valioso (la atención de una generación) para convertirlo en ganancia. Y donde se extrae la atención, se atrofia la curiosidad: no se puede investigar lo que no se alcanza a mirar con calma.

Conviene detenerse en esa palabra, extractivismo, porque no es una metáfora suelta sino una tesis con consecuencias. Un territorio del que se extrae oro o petróleo sin descanso queda, al cabo de los años, agotado: la tierra que daba fruto se vuelve estéril. Con la atención ocurre algo semejante. La atención de un joven no es un pozo sin fondo; es una capacidad que se cultiva o se erosiona. Cuando durante años se la somete al régimen del estímulo constante (el video que dura quince segundos, la notificación que interrumpe, la recompensa impredecible que engancha), esa atención pierde justamente lo que la investigación necesita: la capacidad

de sostenerse sobre una sola cosa, con calma, el tiempo suficiente para que aparezca algo que no era evidente al primer golpe de vista. Investigar exige atención larga, y el mercado de la mirada produce atención corta. No es solo que el joven mire la pantalla en vez del tablero; es que, a fuerza de mirar así, va perdiendo la forma misma de atención con que se investiga. El daño no es solo del rato de clase perdido: es de la capacidad, que se atrofia con el desuso como un músculo que dejó de ejercitarse.

Vale la pena precisar por qué esa competencia es tan desigual, porque de entenderlo depende que el maestro deje de sentirse culpable por perderla. Del lado de la pantalla hay una asimetría brutal de recursos: equipos de neurocientíficos, diseñadores y analistas de datos, con presupuestos de miles de millones, dedicados a una sola tarea (predecir y capturar la mirada), probando cada botón, cada color, cada intervalo entre notificaciones contra millones de usuarios en tiempo real hasta hallar la fórmula más adictiva. Del lado del aula hay un maestro, solo, con un tablero, cuarenta estudiantes y un temario. No es una pelea entre iguales; es un desajuste de escala. Por eso la culpa individual (el maestro que piensa «si fuera mejor, los tendría atentos») es un diagnóstico falso y paralizante. El problema no es de talento personal: es estructural. Y como es estructural, la salida también tiene que serlo (no un maestro más carismático, sino un aula concebida de otro modo). La curiosidad no es un carisma; es una condición del aula que se puede cultivar.

El falso remedio

Ante esto, la reacción más común de la escuela es la prohibición: guardar el celular, apagar las pantallas, blindar el aula. Es comprensible, y a veces necesario como medida de higiene. Pero como **estrategia**, la prohibición sola es insuficiente para formar criterio, por dos razones.

La primera razón es que el estudiante necesita aprender a decidir también fuera de la clase. La segunda es que retirar el dispositivo no crea, por sí solo, un propósito para atender. Una pregunta propia, un misterio compartido o un proyecto con sentido pueden ayudar a sostener esa atención. No cancelan el poder de las plataformas, las desigualdades ni las dificultades personales; amplían lo que el aula puede hacer junto con acuerdos de uso, pausas y acompañamiento. Reencantar la clase es una responsabilidad posible, no una explicación única de toda distracción.

Un maestro puede objetar que necesita guardar los celulares para trabajar con su grupo. Esa decisión puede ser razonable según la actividad y las condiciones del aula. La cuestión es cómo se integra en un aprendizaje: explicar el propósito del acuerdo, observar qué ayuda a concentrarse y ofrecer oportunidades graduales para decidir. El cuidado de la atención combina límites y ejercicio del criterio. Ninguna de las dos cosas basta de manera aislada.

CONCEPTO MILC

Soberanía atencional

Tomamos del Tomo I la **soberanía atencional** (Cardenas Orozco, 2026b): aprender a decidir, con criterio, hacia dónde orientar la atención. Se cultiva con preguntas y proyectos que importan, acuerdos de uso, reconocimiento de las estrategias de las plataformas y oportunidades para revisar las propias decisiones. La curiosidad puede ayudar a sostener una búsqueda; no vuelve a nadie inmune a la captura de su mirada.

De la pantalla que consume a la pantalla que crea

La buena noticia es que la misma pantalla que extrae atención puede, con la orientación correcta, producir conocimiento. No hay que elegir entre la tecnología y el asombro: hay que poner la tecnología **al servicio** del asombro. La diferencia no está en el aparato, sino en su uso: hay una pantalla que **consume** (que recibe estímulo tras estímulo sin dejar nada) y hay una pantalla que **crea** (con la que se construye, se explica, se comparte).

Esta distinción es más honda de lo que parece, y conviene sostenerla con firmeza contra la nostalgia fácil que querría simplemente expulsar la tecnología del aula. La misma pantalla que en un uso extrae la atención del joven, en otro uso la concentra durante horas; el mismo dispositivo que consume, produce; el mismo aparato que aísla, conecta. Lo que cambia no es el objeto, sino la **dirección del flujo**: en el consumo, el estímulo entra y el joven no deja nada de sí en el mundo; en la creación, el joven pone algo suyo en el mundo y el mundo le responde. Y esa dirección lo cambia todo, incluso a nivel de la atención misma. La atención del que consume es capturada (alguien se la administra desde afuera, con notificaciones y recompensas calculadas); la atención del que crea es **gobernada** (nace de un propósito propio, se sostiene sola porque hay algo que se quiere lograr). Formar en la pantalla que crea no es, entonces, un truco tecnológico: es, otra vez, cultivar la soberanía atencional, ahora con la herramienta más poderosa (y más peligrosa) que el joven tiene en la mano.

VENTANA AL AULA

Del bit a la web

(Proyecto «Del bit a la web», 2026. Testimonio real; sin nombres.)

En lugar de pelear contra la pantalla, el aula la puso a trabajar. Los estudiantes tomaron los fundamentos de la computación (el bit, la lógica, el código) y los usaron para **construir sus propias páginas web**, con las que explicaban temas complejos a sus compañeros. La misma herramienta que fuera del aula

VENTANA AL AULA
(continúa)

sirve para consumir horas de video, dentro del aula sirvió para **producir** y para **enseñar**.

El cambio fue de dirección, no de aparato. La pantalla dejó de ser una ventana por donde entra el estímulo y se volvió un taller por donde sale el trabajo. El proyecto ofreció un motivo concreto para usar la pantalla: construir y explicar algo propio. Esa diferencia permite observar la atención mediante el trabajo realizado y lo que el estudiante puede contar sobre sus decisiones, sin suponer que producir elimina toda distracción.

Cuando la inteligencia artificial se pone a crear ciudad

Si construir una página web ya invierte la dirección de la pantalla, la inteligencia artificial lleva esa inversión un paso más allá, y con ella un riesgo nuevo. La IA es, hoy, quizá la herramienta de captura de atención más poderosa que hayamos puesto en manos de un joven (genera estímulo prácticamente infinito y a la medida de cada usuario) y, a la vez, el instrumento de creación más potente que un estudiante haya tenido nunca al alcance de la mano. El mismo aparato, otra vez, en dos direcciones opuestas. La pregunta pedagógica ya no es si la IA entra al aula (entró, y por el bolsillo), sino **en qué dirección** la ponemos a fluir: consumiendo o creando, capturando o gobernando la mirada.

VENTANA AL AULA

IA para pensar la ciudad

(Taller «Lovable y ciudades inteligentes», 2026. Testimonio real; sin nombres.)

En este taller, la inteligencia artificial no fue una máquina de respuestas para copiar, sino una herramienta para **prototipar**. Los estudiantes usaron IA para diseñar aplicaciones de su propio interés, con un enfoque concreto: las **ciudades inteligentes**. No se trataba de consumir tecnología, sino de ponerla a producir algo pensado por ellos para su propio entorno.

El giro es el mismo del capítulo, ahora con la herramienta más nueva y más disputada. La IA, que en un uso sirve para recibir estímulo sin fin, en manos de estos estudiantes sirvió para **imaginar soluciones** a problemas de su ciudad y convertirlas en un prototipo. La misma tecnología que el mercado de la atención usa para capturar la mirada de los jóvenes se volvió, en el aula,

VENTANA AL AULA
(continúa)

un instrumento creativo y ciudadano: no una pantalla que los consume, sino una con la que ellos construyen.
Lo notable no fue la herramienta (por sofisticada que sea), sino la dirección: estudiantes usando la IA no para que les resuelva la tarea, sino para prototipar una ciudad mejor. Nadie tuvo que exigirles concentración: se la ganó un proyecto que sentían suyo.

Hay que decir, además, algo sobre el enfoque de ese taller que no es un detalle menor: los estudiantes no prototiparon una aplicación cualquiera, sino soluciones para *su* ciudad. Y ahí se cierra un círculo que atraviesa todo este libro. La curiosidad, decíamos desde el primer capítulo, se enciende ante el mundo propio (la piedra del patio, la quebrada del barrio, el charco de la calle); no ante un ejercicio abstracto sacado de un manual. Cuando el aula le pide al joven que ponga la tecnología al servicio de un problema de su territorio (el tráfico de su ciudad, el agua, la basura, el transporte), no solo le da algo digno de su atención: le devuelve la convicción de que su entorno importa y de que él puede transformarlo. La pantalla que crea, orientada hacia el territorio, hace dos cosas de una sola vez: recupera la atención del mercado que la capturaba y forma a un ciudadano que mira su ciudad como un problema que se puede resolver, no como un destino que solo se padece. La soberanía atencional se vuelve, así, también soberanía sobre el propio lugar.

El taller de ciudades inteligentes permite precisar el criterio: evaluar qué hizo el estudiante con la herramienta y qué puede explicar después. En el uso de IA hacen falta decisiones sobre acceso, fuentes y autoría, además de una propuesta interesante. El propósito del aula se reconoce cuando el joven puede mostrar su pregunta, justificar una elección, identificar un error y decir qué parte del trabajo le corresponde.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Piense en la pantalla dentro de su aula. En su última clase, ¿estaba **consumiendo** atención (recibiendo estímulo) o **creando** con ella (produciendo algo)? Y si desaparecieran hoy todos los celulares, ¿su clase se volvería más interesante, o solo más silenciosa?*

PROTOCOLO MILC

La pantalla que crea

Propósito: convertir el dispositivo de enemigo de la atención en instrumento de investigación.

1. Elija un tema de su asignatura y proponga a los estudiantes **producir algo digital** sobre él (una página, un video corto, una infografía, un pequeño programa), en lugar de solo estudiarlo.
2. Ponga una condición: lo que produzcan tiene que **enseñarle** el tema a otro (a un compañero, a un curso menor, a la familia). Producir para explicar obliga a entender.
3. Durante el trabajo, observe la atención del grupo. Anote cuándo se dispersa (consumo) y cuándo se concentra (creación).
4. Al final, comparen: ¿en qué momento la pantalla fue enemiga y en cuál fue aliada? La diferencia (casi siempre) fue tener algo propio que construir.

Variantes y advertencias. Si en las primeras sesiones el grupo se dispersa hacia el consumo (abre otra pestaña, se va al video, chatea), no lo lea como el fracaso del protocolo: es la etapa esperable de un hábito que todavía tira hacia la captura. Reduzca la fricción con una consigna de producto muy concreta y una fecha corta (un algo que mostrar el viernes concentra más que un proyecto abierto sin borde). Si usa IA en la creación (como en el taller de ciudades inteligentes), añada una regla de trazabilidad: que el estudiante muestre qué le pidió a la herramienta y qué decidió él (así la IA queda como instrumento y no como reemplazo del pensar; producir para explicar, de nuevo, obliga a entender). Adapte por grado: con los pequeños, el producto digital puede ser un dibujo fotografiado con una explicación oral grabada; con los mayores, exija que el producto enseñe de verdad a alguien y recoja su reacción. Un error frecuente es evaluar solo el producto terminado y bonito: valore también el proceso y la comprensión (un video vistoso que el autor no sabe explicar es consumo disfrazado de creación). *Este protocolo no «derrota» al mercado de la atención: le disputa el recurso en su propio terreno, ofreciéndole al joven algo que valga más su mirada que la siguiente notificación.*

Hemos visto dos apagadores del sueño: el modelo que domestica la pregunta (Cap. 4) y el mercado que captura la mirada (Cap. 5). Falta un tercero, más íntimo y cotidiano, que ocurre en el gesto más pequeño del aula: el instante en que un estudiante hace un «¿por qué?» y algo (la prisa, el temario, la evaluación) lo corrige antes de dejarlo respirar. A ese gesto minúsculo y decisivo dedicamos el próximo capítulo.

FIGURA 4 · LECTURA VISUAL

La misma pantalla, dos direcciones

RECIBIR ESTÍMULOS

Notificación → siguiente contenido → nueva interrupción.

La novedad decide el siguiente paso.

CREAR CON PROPÓSITO

Pregunta propia → producción → explicación a alguien más.

El proyecto ayuda a elegir y sostener la atención.

Una pista para observar: ¿qué hizo el estudiante con la herramienta y qué pudo explicar después?

Comparación conceptual del capítulo 5. Orienta la observación del uso de la tecnología; no representa una medición de atención.

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

Tres decisiones frente a la pantalla

ANTES

¿Qué quiero averiguar o construir?

→

DURANTE

¿Esta acción ayuda a mi pregunta?

→

DESPUÉS

¿Qué puedo explicar con lo que hice?

Pausa de orientación. El propósito se reconoce en las decisiones y en la producción que el estudiante puede explicar.

CAPÍTULO 6

El «¿por qué?» corregido

La prisa, el temario y el destino de una inquietud.



EN EL UMBRAL

Entre una mano levantada y la respuesta del maestro caben unos pocos segundos. A veces la clase debe continuar, pero la pregunta necesita saber que tendrá un lugar al que volver. Ese gesto pequeño merece atención. Leer este capítulo es revisar cómo aplazamos, qué señales dejamos y de qué manera una inquietud puede seguir viva cuando el tiempo de hoy resulta insuficiente.

¿Dónde quedan las preguntas que hoy no alcanzamos a escuchar?

> *«Corregir un "¿por qué?" es más grave que corregir una respuesta: se corrige el deseo, no el dato.»*
>
> **MILC**

Los dos capítulos anteriores señalaron apagadores grandes y visibles: un modelo de enseñanza (Cap. 4) y una industria global (Cap. 5). Este capítulo mira al más pequeño de todos, y quizá al más decisivo, porque ocurre mil veces al día en cualquier aula del mundo, casi siempre sin que nadie lo note. Es el instante en que un estudiante levanta la mano (o simplemente suelta la pregunta) y dice «¿por qué?», y el aula (la prisa, el temario, el reloj) lo corrige, lo aplaza o lo ignora antes de dejarlo respirar.

Conviene detenerse en la escala de lo que aquí se juega. Los apagadores anteriores eran estructurales, casi impersonales: se los podía señalar con el dedo y ponerles nombre (el sistema, el mercado). Este es distinto porque es **íntimo y cotidiano**, y porque casi nunca lo comete un mal maestro. Lo comete el buen maestro apurado, el que quiere terminar el tema para no dejar a nadie atrás, el que corrige una pregunta creyendo que cuida la clase. Por eso es el más difícil de ver: no tiene la forma de una injusticia, tiene la forma de una diligencia. Y sin embargo, sumado a sí mismo día tras día, hace más daño al sentido investigador que cualquier política educativa.

La muerte silenciosa de las preguntas

«Buena pregunta, pero eso no entra en el examen.» «Después vemos eso, ahora vamos con el tema.» «No te desvíes.» Ninguna de esas frases es cruel. Todas son razonables (hay un programa que cumplir, un tiempo que alcanzar, una prueba que preparar). Y todas, juntas, repetidas durante años, hacen un trabajo demoledor: le enseñan al estudiante que **su curiosidad es un estorbo para el sistema**. No se lo dicen con esas palabras (nadie lo diría así). Se lo enseñan con el gesto, que es más elocuente que cualquier discurso.

Hay una diferencia enorme, y poco pensada, entre corregir una respuesta y corregir una pregunta. Cuando corregimos una respuesta equivocada, ayudamos a pensar (le mostramos al estudiante dónde falló su razonamiento). Pero cuando desalentamos una pregunta, no corregimos un dato: **corregimos un deseo**. Le enseñamos, sin querer, que querer saber (fuera de lo previsto) trae problemas. Y el deseo, a diferencia del dato, no se repone con una explicación: se atrofia con cada desaliento, como un músculo que se deja de usar.

Una pregunta desatendida puede encontrar otra ocasión; una sucesión de respuestas que la descalifican puede enseñar a guardársela. No hay una edad en la que todos dejen de preguntar. Hay condiciones que facilitan hacerlo y otras que lo vuelven incómodo o inútil. Por eso conviene mirar las escenas pequeñas: quién alcanza a intervenir, qué preguntas se retoman y qué sucede con las que el tiempo obliga a aplazar.

Vale la pena imaginar la escena en cámara lenta, porque en su lentitud está lo grave. Un estudiante de séptimo, en mitad de una clase de tecnología, pregunta por qué el celular se calienta cuando lo carga. La pregunta no estaba en el plan (el plan era otra cosa: partes del computador, digamos). El maestro, que sabe la respuesta y que además va retrasado con el temario, hace lo razonable: «buena observación, pero eso lo vemos en física, sigamos». La clase continúa. Nadie se escandaliza. El estudiante baja la mano y, con ella, baja también un poco la disposición a volver a levantarla. No pasó nada, y pasó todo: se le enseñó, con suavidad, que la pregunta que le nació sola vale menos que el tema que venía escrito. Multiplíquese esa escena por los cientos de días de un año escolar, por los once años de una escolaridad, y se tendrá el mecanismo exacto por el que un niño curioso llega a joven callado. No hubo villano. Hubo aritmética.

El tiempo del temario contra el tiempo del asombro

En el fondo de esta muerte silenciosa hay un conflicto de tiempos. La escuela corre en el **tiempo del temario**: un tiempo lineal, medido, con un programa que cumplir antes de que suene el timbre y termine el periodo. La curiosidad, en cambio, vive en el **tiempo del asombro**: un tiempo que se detiene, que se demora, que se va por las ramas porque en las ramas está lo interesante. Los dos tiempos son legítimos, pero cuando chocan, casi siempre gana el temario (tiene reloj, tiene nota, tiene autoridad). Y el asombro, que no tiene con qué defenderse, cede.

La pregunta de fondo para todo maestro es si está dispuesto a **regalarle al asombro un poco del tiempo del temario**. No todo (el rigor también necesita avanzar). Pero sí lo suficiente para que un «¿por qué?» de verdad no muera por falta de un minuto. Porque ese minuto que parece perdido (el que se va persiguiendo una pregunta inesperada) es, muchas veces, el único minuto de la clase en que el estudiante estuvo realmente presente.

Y aquí conviene ser precisos, porque no se trata de romantizar la digresión ni de proponer un aula sin rumbo donde cualquier pregunta descarrile la clase entera. Se trata de algo más fino: de reconocer que el temario existe para servir al aprendizaje, y no al revés. Cuando el

temario se vuelve un fin en sí mismo (cubrirlo completo, a tiempo, cueste lo que cueste), ha invertido la jerarquía: ahora el aprendizaje sirve al temario. El maestro que defiende el tiempo del asombro no abandona el programa; lo pone en su lugar. Entiende que un contenido cubierto a las carreras y sin deseo es un contenido que no quedó, y que una pregunta viva perseguida bien puede enseñar más (y mejor) que tres páginas del libro recorridas por obligación. No es indisciplina: es una disciplina distinta, la de saber cuándo detenerse.

Hay, además, una economía oculta en esta decisión que vale la pena hacer explícita. El maestro que corre para «cubrir el tema» suele creer que gana tiempo; en realidad, muchas veces lo pierde. Un contenido pasado por encima, sin que nadie lo deseara ni lo entendiera, hay que volver a explicarlo (en el repaso, antes del examen, al año siguiente cuando se descubre que no quedó). En cambio, un aprendizaje que nació de una pregunta viva rara vez hay que repetirlo: se ancló, porque le importó a quien lo aprendió. Visto así, el minuto que el maestro «pierde» persiguiendo un «¿por qué?» genuino no es un gasto, es una inversión que rinde: evita las tres reexplicaciones que vendrían después. La prisa del temario tiene, entonces, algo de espejismo. Corre para llegar, y al llegar descubre que buena parte de lo que corrió no se quedó en nadie. El asombro es más lento, sí, pero deja huella; y en educación, lo que deja huella es lo único que de verdad avanza.

CONCEPTO MILC

El tiempo del asombro

El MILC reivindica un **tiempo del asombro**: un ritmo del aprendizaje que se permite la demora, la digresión fértil y la pregunta imprevista, frente al *tiempo del temario* (lineal y apurado). Cuidar el deseo de saber (el **deseo epistémico**) exige defender ese tiempo: no como pérdida, sino como la inversión más rentable del aula. Un minuto dado a una pregunta viva vale más que diez minutos de un contenido que nadie pidió.

La objeción del que va contra reloj

Un maestro honesto podría responder, con razón, que todo esto suena muy bien en un libro y muy mal en la realidad de un salón con cuarenta estudiantes, un plan de área del que rendir cuentas, unas pruebas estandarizadas encima y un calendario que no perdona. «Si me detengo en cada pregunta», dirá, «no termino el año; y si no termino el año, mis estudiantes llegan peor preparados a la prueba que van a presentar. ¿No es acaso una irresponsabilidad regalar el tiempo del temario?». La objeción es seria y merece una respuesta seria, no un desdén.

La respuesta empieza por conceder lo que hay que conceder: es verdad que no todo cabe, que hay restricciones reales, que un maestro no puede convertir cada clase en una asamblea de preguntas abiertas. Nadie propone eso. Lo que el MILC sostiene es más modesto y más exigente a la vez: que **no hace falta detenerse en cada pregunta para no matar ninguna**. Basta con no corregirlas. La diferencia entre apagar una pregunta y no poder atenderla en el momento es abismal, y toda la clave está ahí. Se puede decir «no alcanzamos a verlo ahora» sin decir «eso no importa». Se puede aplazar una pregunta *a un lugar donde siga viva*, en vez de aplazarla a la nada. El daño no lo hace la falta de tiempo (esa es real y comprensible); el daño lo hace el gesto que, junto con el aplazamiento, comunica desprecio. Un maestro puede ir contra reloj y, aun así, no apagar: le cuesta segundos, no horas, dejarle a la pregunta la señal de que fue escuchada y de que tendrá su turno. Ese es precisamente el sentido del protocolo que cierra este capítulo.

Lo que pasa cuando el «¿por qué?» no se corrige

Vale la pena mirar el reverso: qué ocurre cuando una curiosidad temprana, en lugar de corregirse, encuentra un aula que la deja crecer.

VENTANA AL AULA

El estudiante que enseñó lo que le apasionaba

(Fundamentos de programación e inteligencia artificial, grado 9-2, 2026. Testimonio real; alias de primer nombre.)

A **Emiliano** le picaba la programación mucho antes de que el currículo se lo pidiera. En otra aula, esa curiosidad adelantada habría sido un problema («eso lo vemos más adelante»). Aquí fue lo contrario: en lugar de corregirle el «¿por qué?», se le dio un lugar para ese deseo. Emiliano terminó **introduciendo a sus propios compañeros de 9-2** en variables, algoritmos e inteligencia artificial.

No fue el profesor quien depositó el tema: fue un estudiante cuya curiosidad, en vez de amansarse, se volvió capaz de enseñar. Su «¿por qué?» temprano no se corrigió; se cultivó hasta convertirse en liderazgo. Y el aula ganó algo que ningún temario entrega: la prueba viva, delante de todos, de que la curiosidad de un estudiante puede ser el mejor recurso de la clase.

La lección de Emiliano es la de toda la Parte II al revés. Si desalentar el «¿por qué?» apaga el sueño, **acoger el «¿por qué?» lo enciende** (y a veces lo convierte en algo que beneficia a todo el grupo). El maestro no tuvo que crear la curiosidad de Emiliano: solo tuvo que no

corregirla, y darle un lugar. Eso, que suena sencillo, es exactamente lo que la escuela apurada casi nunca hace.

Y hay algo más, que conviene subrayar porque es fácil pasarlo por alto: cuando la curiosidad no se corrige, no solo se salva la del estudiante que preguntó. Se salva la del grupo entero, que aprende (viéndolo) que en esa aula preguntar no cuesta caro. Un salón donde una pregunta viva fue acogida es un salón donde, al día siguiente, habrá dos más. La curiosidad es contagiosa cuando encuentra un ambiente que no la castiga; y es igual de contagioso el silencio cuando lo que se contagia es el miedo a preguntar mal. El maestro que no corrige el «¿por qué?» no está siendo indulgente con un estudiante: está fijando el clima epistémico de todo el curso.

Ese clima se construye o se destruye con detalles minúsculos, casi imperceptibles, y por eso es tan delicado. No hace falta un regaño para apagar una pregunta: basta un gesto de fastidio, una mirada al reloj mientras el estudiante habla, un «bueno, sí, pero...» que en el fondo dice «no me interrumpas». Los niños y los jóvenes leen esos gestos con una precisión que asombraría a los adultos que los emiten sin darse cuenta. Un estudiante que hizo una pregunta sincera y recibió a cambio una microseñal de impaciencia aprende la lección completa en un segundo, y no la olvida. Por eso cuidar el clima epistémico no es cuestión de grandes discursos sobre la importancia de preguntar (los estudiantes desconfían de los discursos), sino de la coherencia de los pequeños gestos: cómo mira el maestro cuando alguien pregunta, cuánto espera antes de responder, si repite la pregunta con respeto o la despacha con prisa. El aula donde preguntar es seguro no se declara: se construye pregunta a pregunta, gesto a gesto, hasta que el grupo entero sabe, sin que nadie lo haya dicho, que ahí la curiosidad tiene permiso.

Ese clima también se cultiva desde afuera: hay días en que la pregunta viva no la enciende el temario sino un instrumento nuevo puesto sobre la mesa, algo que se puede tocar, programar, hacer fallar y volver a intentar.

VENTANA AL AULA

Programar algo que responde

(Sesión de computación física con micro:bit, en articulación con el grupo Ecosistemas Digitales, 2024. Testimonio real; alias de primer nombre.)

Un día la clase no empezó con un tema del tablero, sino con un aparato en la mano. En una sesión educativa articulada con el grupo **Ecosistemas Digitales**, guiada por el docente **Andrés**, los estudiantes conocieron la placa **micro:bit** y aprendieron a usarla para sensores, programación y prototipado. Ya no se trataba de hablar de la tecnología: se trataba de programarla y ver, ahí mismo, si respondía.

VENTANA AL AULA
(continúa)

El cambio de clima fue inmediato. Cuando un estudiante programa una placa y la placa hace (o no hace) lo que él le ordenó, el «¿por qué?» deja de ser una interrupción del tema y pasa a ser el motor del trabajo: «¿por qué no encendió?», «¿por qué el sensor marca eso?», «¿y si le cambio esta línea?». Ahí las preguntas no había que cuidarlas de que no murieran; nacían solas, una tras otra, porque el prototipo mismo las provocaba. La computación física convirtió el error en información y la pregunta en el paso siguiente. Nadie tuvo que pedir curiosidad: bastó con poner sobre la mesa algo que se dejara interrogar.

Lo que Andrés y el grupo Ecosistemas Digitales pusieron en el aula no fue solo una placa: fue una ocasión para preguntar sin permiso. El micro:bit no piensa por el estudiante ni le entrega respuestas; le devuelve consecuencias (encendió o no encendió, midió o no midió), y esas consecuencias son el terreno más fértil para un «¿por qué?» que no se corrige, sino que se persigue. La lección se hermana con la de Emiliano: cuando el aula da un lugar (un tema propio, una herramienta que responde) para que el deseo de saber trabaje, la curiosidad no estorba el aprendizaje, es el aprendizaje.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Recuerde la última vez que un estudiante hizo una pregunta que **no estaba en su plan**. ¿Qué hizo usted: le regaló un minuto del temario para perseguirla, o la aplazó «para después» (ese después que casi nunca llega)?*

PROTOCOLO MILC

El tablero de preguntas vivas

Propósito: darle al «¿por qué?» inesperado un lugar donde no muera, aunque el temario tenga que seguir.

1. Reserve un espacio visible (una esquina del tablero, una cartelera) llamado **«Preguntas vivas»**.
2. Cuando surja en clase una pregunta que valga la pena pero que no cabe en el momento, **no la descarte: escríbala ahí** (con el nombre de quien la hizo, si él quiere).
3. Comprométase a algo concreto: cada semana, dedique **un bloque corto** a tomar una de esas preguntas vivas y perseguirla con el grupo (o a asignarla como pequeña indagación).

PROTOCOLO MILC
(continúa)

4. Cuando una pregunta se «resuelve», no se borra: se mueve a una lista de «lo que investigamos». El tablero se vuelve la memoria de la curiosidad del curso.

Variantes y advertencias. Si el grupo no llena el tablero al principio, no concluya que «no hay preguntas»: concluya que aún no confían en que ese lugar sea seguro, y siémbrelo usted anotando una pregunta propia sincera («yo también me pregunto por qué...»). Para grupos grandes, no persiga usted todas las preguntas: reparta la lista y **asigne una pregunta viva a un pequeño equipo** por semana, que la investigue y la devuelva al curso (así el alcance no depende de su tiempo). Cuídese de dos desviaciones: la primera, convertir el tablero en decoración que nadie vuelve a mirar (si no reserva el bloque semanal, el tablero miente); la segunda, calificarlo (en cuanto la pregunta viva se vuelve nota, deja de ser viva y se vuelve tarea). Si una pregunta se repite en boca de varios, tómela como señal: eso que muchos quieren saber puede ser la semilla del próximo ciclo de investigación (Parte IV). Y si alguna vez una pregunta lo pone a usted en aprietos porque no sabe la respuesta, no la borre: escríbala con orgullo. Un maestro que anota en el tablero «no sé, averigüémoslo» está enseñando, sin decirlo, lo más valioso del oficio.

◎

Cierra aquí la Parte II. Nombramos los tres apagadores del sueño (el modelo bancario, el mercado de la atención y el «¿por qué?» corregido) no para lamentarnos, sino para poder dejar de apagarlo. Porque si sabemos qué apaga la curiosidad, sabemos también qué la protege. Y con eso llegamos al corazón del libro: la Parte III, donde por fin abordamos de frente la pregunta que da título a todo el tomo. Si la curiosidad es natural y la escuela puede apagarla o cuidarla, ¿cómo se le da **método sin domarla**? ¿Cómo se convierte el sueño en ciencia sin apagar el sueño?

Ese es el oficio que empezamos a nombrar en el próximo capítulo.

III

PARTE III

Dar método sin domar

El corazón del libro: darle rigor a la curiosidad sin apagarla, hasta que sea ella misma la que pida el método.



El aula de tecnología y la confianza de aprender.
Interpretación pictórica de una fotografía aportada por el autor.



CAPÍTULO 7

De la curiosidad ingenua a la epistemológica

Aprender a contrastar sin renunciar a la maravilla.

EN EL UMBRAL

Una impresión empieza a cambiar cuando preguntamos cómo podríamos comprobarla. Hace falta elegir qué observar, comparar con cuidado y aceptar que la primera explicación quizá deba corregirse. En ese tránsito también puede crecer el entusiasmo. El capítulo se acerca a ese trabajo paciente: dar a una inquietud medios para sostenerse, discutir sus razones y seguir buscando cuando aparece una dificultad.

¿Qué tendría que aprender una pregunta para convertirse en investigación?

> *«El rigor no mata la maravilla; le da alas. La curiosidad sin método se pierde; el método sin curiosidad, aburre.»*
>
> **MILC**

Llegamos al corazón del libro. La Parte I mostró que la curiosidad es un sentido natural; la Parte II, cómo la escuela suele apagarla. Ahora, la pregunta que da título a todo el tomo, planteada de frente: si la curiosidad llega encendida, ¿cómo se le da **método sin apagarla**? ¿Cómo se convierte el sueño del niño en ciencia sin que deje de ser sueño?

La respuesta corta ya la anticipamos con Freire (Cap. 3): no se cambia una curiosidad por otra, **se hace madurar una en la otra**. Pero anticiparla no basta; hay que mostrar cómo ocurre ese tránsito en la práctica, porque de él depende todo. Un aula que no lo entiende cae en uno de dos abismos: o se queda en la curiosidad ingenua (mucho entusiasmo, poco rigor: proyectos alegres que no prueban nada) o mata la curiosidad en nombre del rigor (mucho método, ningún deseo: informes correctos que a nadie le importan). El oficio consiste en no caer en ninguno.

La distinción de Freire, presentada en el capítulo 3, vuelve aquí como una pregunta de trabajo: ¿qué necesita aprender esta curiosidad para ponerse a prueba? La respuesta cambia con el problema. Puede exigir medir mejor, buscar una explicación alternativa, delimitar una pregunta o reconocer un error. Lo decisivo es que el estudiante entienda para qué necesita ese rigor y pueda usarlo para continuar su búsqueda.

El rigor que el deseo pide

Hay una idea, muy extendida, de que el rigor es enemigo de la maravilla: que para hacer ciencia en serio hay que dejar atrás el asombro infantil y ponerse serio. Es falsa, y es peligrosa. El rigor bien entendido **no le quita alas a la curiosidad: se las pone**. Sin método, la curiosidad revolotea y se cansa (el estudiante quiere saber por qué se inunda su barrio, pero sin herramientas se queda en la indignación o en la conjetura). Con método, esa misma curiosidad llega a donde sola no llegaría: mide, compara, descarta, concluye, y por fin **sabe** (no cree: sabe).

La clave, y aquí está el secreto de todo el modelo, es de dónde viene el pedido de rigor. En la escuela bancaria, el rigor se **impone** desde afuera (el profesor exige método porque toca). En el MILC, el rigor lo **pide la propia curiosidad** cuando la dejamos crecer. El estudiante

que de verdad quiere responder su pregunta llega, por su propia hambre, a necesitar rigor: se da cuenta de que su corazonada no alcanza, de que necesita datos, de que tiene que medir bien. Nadie tuvo que obligarlo a ser riguroso; **su deseo de saber lo volvió riguroso**. Esa es la diferencia entre domar y dar método. Domar es imponer el rigor contra el deseo. Dar método es ponerlo al servicio del deseo, cuando el deseo ya lo está pidiendo.

Por eso el orden importa tanto. Si primero se cultiva la curiosidad (Parte I) y se la protege de lo que la apaga (Parte II), cuando llega el rigor no llega como una jaula, sino como la herramienta que el estudiante estaba necesitando. El método deja de ser un castigo y se vuelve un regalo: por fin puedo llegar a donde quería.

Se ve bien en una escena de aula cualquiera. Un grupo de estudiantes sostiene que en el descanso hace más calor en un rincón del patio que en otro. Es una impresión, una corazonada compartida. Un maestro apurado la zanjaría con un dato («es por la orientación al sol, sigamos»). Un maestro que da método sin domar hace otra cosa: pregunta «¿cómo lo comprobarían?». Y ahí, sin que nadie lo imponga, empieza el rigor: hará falta un termómetro, hará falta medir a la misma hora en los dos puntos, hará falta anotar, repetir, comparar. Los estudiantes descubren que su corazonada, para volverse verdad, necesita método; y lo piden, porque quieren tener razón con pruebas, no de boca. Nadie les dio una clase sobre la importancia de medir: la necesidad de medir les brotó de las ganas de saber. Esa es la textura concreta del tránsito que este capítulo intenta nombrar.

Véase la figura 5, p. 57.

La programación ofrece una ocasión concreta para vivir este movimiento. Un estudiante quiere que su programa ordene una lista, mueva un personaje o resuelva un acertijo. Hacer que se ejecute es solo el comienzo: un programa puede funcionar y dar una respuesta equivocada. Para comprobarlo hacen falta casos de prueba, resultados esperados y revisión de las condiciones de entrada. El deseo de construir algo se encuentra así con una exigencia comprensible: explicar qué debería ocurrir y contrastarlo con lo que ocurre. El docente ayuda a convertir esa diferencia en una pregunta que se pueda investigar.

CONCEPTO MILC

Dar método sin domar

Dar método sin domar es el núcleo del Tomo III. *Domar* la curiosidad es imponerle rigor desde afuera, contra su deseo (y así se apaga). *Dar método* es entregarle rigor cuando su propio crecimiento ya lo reclama (y así se potencia). La señal para distinguirlos es una sola: ¿el rigor llegó como exigencia del profesor o como necesidad del estudiante? La curiosidad epistemológi-

FIGURA 5 · LECTURA VISUAL

De la corazonada a la pregunta investigable



La revisión puede cambiar la pregunta o la manera de medir.

La misma curiosidad gana rigor cuando aprende qué comparar, cómo registrar y cuándo revisar su primera explicación.

Esquema del ejemplo del patio de este capítulo. Representa el diseño de la indagación; no contiene resultados experimentales.

CONCEPTO MILC
(continúa)

ca (Freire, 1996/1997) no nace de vencer a la ingenua, sino de acompañarla hasta que ella misma pide más.

La objeción del que teme perder el rigor

Aquí un lector exigente puede levantar una objeción de fondo, y no la del que desprecia la curiosidad, sino la del que la aprecia y teme por el rigor. Dirá: «Muy bien, esperemos a que el deseo pida el método. ¿Y si no lo pide nunca? ¿Y si el estudiante se conforma con su corazonada, con su proyecto vistoso que no prueba nada, y jamás siente la necesidad de medir ni de citar ni de argumentar? Si el rigor solo llega cuando el deseo lo reclama, ¿no estamos dejando el rigor al arbitrio del capricho, condenando al aula a la eterna curiosidad ingenua?». La objeción es legítima y toca un nervio real del modelo.

La respuesta no es que el rigor llegue solo, por generación espontánea, si uno se cruza de brazos y espera. Ese sería un malentendido cómodo y peligroso. La respuesta es que el rigor llega cuando el maestro **acompaña la curiosidad hasta el punto en que ella misma choca con su propio límite**. El papel del maestro no es imponer el método ni tampoco esperar pasivamente: es **provocar el choque**. Es llevar al estudiante, con preguntas, hasta el borde donde su corazonada ya no le alcanza («¿y cómo sabes que llueve más? ¿lo mediste o te lo parece?»), de modo que sea el propio estudiante quien descubra que necesita más. El deseo no pide el método por sí solo en el vacío; lo pide cuando se topa con una pregunta que su entusiasmo no puede responder. Y hacer que ese tope aparezca (ni antes, imponiéndolo, ni nunca, abandonándolo) es justamente el oficio. Domar sería adelantar el rigor a un deseo que aún no lo pide. Abandonar sería no acompañar nunca al deseo hasta su límite. Dar método sin domar es la senda estrecha entre ambos: acompañar hasta el choque, y ahí, y solo ahí, entregar la herramienta.

Cuando la curiosidad llega lejos

Lo abstracto se vuelve concreto en el momento en que una curiosidad de aula, ya vuelta rigurosa, sale al mundo y se mide con otras.

VENTANA AL AULA

Veinticinco de trescientos veinticinco

(Feria de Ciencias ONDAS – Universidad del Valle, 2017-2019. Testimonio real; sin nombres.)

Empezó, como siempre, con una curiosidad (un problema del entorno que a un grupo de estudiantes les picó lo suficiente para no soltarlo). Pero esta vez la curiosidad no se quedó en la pregunta: se le dio método. Los estudiantes midieron, documentaron, construyeron, argumentaron. Convirtieron su asombro en un proyecto con evidencia.

Cuando lo llevaron a la Feria de Ciencias de ONDAS, en la Universidad del Valle, el proyecto quedó **entre los 25 finalistas de 325**. El reconocimiento dejó en la memoria del grupo una experiencia de interlocución: una pregunta nacida en el colegio podía presentarse ante otros y sostenerse con evidencia. El asombro no se había apagado en el camino hacia el rigor; al contrario, el rigor le había permitido **llegar más lejos de lo que el asombro solo habría alcanzado**.

Ese caso es la tesis del capítulo hecha hito. Aquellos estudiantes no cambiaron su curiosidad por método: le **sumaron** método a su curiosidad, y por eso llegaron a una final universitaria. El sueño no fue traicionado por el rigor; fue llevado por él a un lugar que solo no habría alcanzado. (Y este es apenas el primer hito externo de una historia que, capítulos más adelante, llegará a campañas internacionales de ciencia y a libros escritos por los propios estudiantes.)

Importa reparar en esa cifra, «25 de 325», sin pedirle que explique más de lo que permite. El registro del autor da cuenta de una selección en una feria; no ofrece una comparación que permita separar los efectos del método, los recursos disponibles, la experiencia previa o los criterios del jurado. Tampoco sabemos, a partir de ese resultado, qué habría ocurrido con otro acompañamiento. Su valor para este capítulo es otro: permite reconocer un proceso concreto que el aula puede examinar. ¿Qué pregunta llevaron? ¿Qué registros pudieron mostrar? ¿Qué tuvieron que revisar para comunicarla? Ahí aparece una lección aprovechable: ayudar a un grupo a documentar, contrastar y argumentar amplía sus posibilidades de conversar sobre lo que hizo. El reconocimiento puede dar ánimo, pero no reemplaza esas huellas ni convierte a quienes no fueron seleccionados en malos investigadores. Para el maestro, la tarea es volver de la feria con preguntas sobre el proceso, identificar los apoyos que hicieron falta y abrir nuevas oportunidades. Una selección es un hito de esta historia; el aprendizaje se aprecia en lo que sus protagonistas pueden explicar y mejorar después.

Ese mismo tránsito (de la corazonada al rigor que el propio deseo reclama) tiene una versión más reciente en el terreno donde la lógica no perdona: la programación.

VENTANA AL AULA

Cuando el código no perdona

(Participación en el concurso nacional de programación REDIS – Fedesoft, línea de pensamiento computacional, 2024. Testimonio real; sin nombres.)

Los estudiantes de la línea de programación llegaron al concurso nacional **REDIS**, organizado por Fedesoft, con lo que tenían: ganas de resolver problemas y una lógica todavía intuitiva. El concurso les puso enfrente retos de algoritmos y de resolución de problemas que no se rendían ante el entusiasmo. La explicación del autor debía sostenerse en pruebas: que el programa se ejecutara no bastaba; había que revisar si resolvía los casos planteados.

Ahí la curiosidad ingenua encontró su límite, y del choque salió rigor. Para avanzar, los estudiantes tuvieron que fortalecer sus algoritmos, ordenar su forma de pensar, descomponer cada problema en pasos y anticipar los casos donde su solución fallaba. Nadie tuvo que convencerlos de que el pensamiento computacional importaba: el propio reto se los mostró. Quisieron que su código funcionara, y para que funcionara tuvieron que volverse rigurosos. El deseo pidió el método, y el método los llevó a competir a nivel nacional ante problemas que exigían justificar qué resolvía cada algoritmo y bajo qué condiciones.

Las dos experiencias muestran exigencias distintas: una feria pide sostener una propuesta ante otros; un reto de programación obliga a contrastar soluciones con casos de prueba. Son episodios que ayudan a pensar la práctica, no una demostración de que toda exigencia externa mejora el aprendizaje. La pregunta docente es qué apoyos permiten que esa exigencia se convierta en revisión y no en abandono.

El error del programa puede estar en la lógica, los datos o una suposición sobre el problema. El docente ayuda a aislarlo y a comprobar una modificación. Investigar no consiste en insistir hasta que algo ejecute: consiste en aprender de cada prueba.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Piense en un proyecto reciente de sus estudiantes. El rigor que les pidió, ¿llegó como una **exigencia suya** («tienen que hacerlo bien») o como una **necesidad de ellos** («necesitamos medir esto para poder responder nuestra pregunta»)? ¿Y cómo haría para que la próxima vez fuera lo segundo?*

PROTOCOLO MILC

De la curiosidad a la pregunta investigable

Propósito: acompañar el tránsito de la curiosidad ingenua a la epistemológica sin cortar el hilo (que sea el deseo el que pida el método).

1. Parta de una curiosidad real del estudiante (del muro de preguntas o del diario, Caps. 2-3). No de un tema asignado.
2. Ayúdelo a afinarla con tres filtros, en forma de preguntas: ¿se puede **observar o medir**? ¿se puede **responder con evidencia** (no solo con opinión)? ¿le importa **realmente**?
3. Reescriban juntos la curiosidad como **pregunta investigable** (de «¿por qué se inunda mi barrio?» a «¿cuánto sube el nivel del agua en la esquina X cuando llueve más de Y?»).
4. Que el propio estudiante nombre qué necesitaría para responderla (medir, comparar, preguntarle a alguien). Ahí, el método aparece como **su** necesidad, no como su tarea.

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

Que funcione no basta

ANTICIPAR	**Definir una entrada y un resultado esperado.** ¿Qué debería hacer el programa en ese caso?
CONTRASTAR	**Ejecutarlo y registrar lo que ocurrió.** Comparar el resultado real con la predicción.
TENSAR	**Probar un caso que pueda hacerlo fallar.** Una entrada vacía o inesperada ayuda a revisar la regla.

Ejemplo en programación: la ejecución es el comienzo de la prueba. El contraejemplo convierte el entusiasmo por construir en una necesidad de comprender.

PROTOCOLO MILC
(continúa)

Variantes y advertencias. Si el estudiante no encuentra el límite de su corazonada solo, no se lo imponga usted: provóquelo con una pregunta que lo haga chocar («¿y cómo lo sabrías con certeza?»). El tope tiene que descubrirlo él para que el método le llegue como necesidad y no como orden. Cuídese de dos excesos opuestos: apurar el rigor (bajarle la pregunta ya convertida en «pregunta investigable» perfecta, con lo que le roba el descubrimiento y vuelve a domar), y no llegar nunca al rigor (quedarse en la curiosidad linda que no se atreve a medir nada). Para la línea de programación y pensamiento computacional, el «choque» tiene una forma privilegiada: un reto contrastado con casos de prueba (un ejercicio, un mini-concurso de aula al estilo REDIS). La ejecución ofrece una pista; las pruebas y la explicación permiten revisar la solución. Usted acompaña la frustración sin resolverla por ellos. Y si un estudiante se conforma demasiado pronto con «ya casi funciona», resista la tentación de arreglárselo: pídale que le muestre el caso donde falla. Ahí, en el caso que falla, vive la pregunta que lo hará riguroso.

◎

Hemos nombrado el corazón: el rigor como aliado del deseo, no como su verdugo. Pero falta desmontar del todo el prejuicio de que el método encierra. En el próximo capítulo damos vuelta a la imagen: mostraremos que el método, lejos de ser una jaula, es lo que le da **alcance** al sueño (lo que hace que una idea de un estudiante llegue a donde, sin herramientas, jamás habría llegado).

CAPÍTULO 8

El método como alcance

Herramientas para que una idea llegue más lejos y más hondo.

EN EL UMBRAL

Una idea puede parecer clara hasta que intentamos escribirla para alguien más. Entonces aparecen vacíos, decisiones pendientes y razones que necesitan apoyo. Medir, registrar y comunicar ayudan a recorrer esa distancia. Aquí podemos preguntarnos qué herramienta hace falta en cada momento y cómo reconocer si su uso está ampliando la comprensión de quien investiga, además de mejorar lo que presenta.

¿Qué herramienta permitiría que una idea se comprendiera y se defendiera mejor?



> *«Dar método no es domesticar: es entregarle al sueño las herramientas para que llegue lejos.»*
>
> **MILC**

En el capítulo anterior dijimos que el rigor, bien entendido, no encierra la curiosidad: la potencia. Ahora conviene desmontar del todo el prejuicio contrario, el que iguala método con jaula. Porque si algo enseña la experiencia de un aula que investiga, es exactamente lo opuesto: **el método es lo que le da alcance al sueño**. Es el conjunto de herramientas con las que una idea de un estudiante llega a donde, sin ellas, jamás habría llegado.

Vale la pena precisar de entrada qué significa aquí «alcance», porque la palabra tiene dos sentidos y los dos importan. Alcance es, primero, **distancia**: hasta dónde puede viajar una idea (de la cabeza del estudiante al cuaderno, del cuaderno a un compañero, de ahí a una feria, a una revista, a otra ciudad, al mundo). Pero alcance es también **hondura**: hasta qué punto una idea puede afinarse, precisarse, volverse verdadera. El método sirve a los dos. Da distancia, porque una idea documentada y bien escrita puede circular donde una intuición muda se quedaría encerrada. Y da hondura, porque el acto mismo de medir, ordenar y escribir obliga a la idea a volverse más exacta de lo que era. Sin método, el sueño se queda corto en las dos direcciones: ni llega lejos ni llega hondo. Con método, gana las dos cosas a la vez.

La idea que no tenía cómo salir

Piénselo desde la carencia. ¿Cuántas ideas valiosas de estudiantes se pierden, no por falta de talento ni de curiosidad, sino por falta de una herramienta para expresarlas? El estudiante tiene la intuición correcta, pero no sabe cómo ordenarla; hizo la observación buena, pero no sabe cómo registrarla para que otro la crea; llegó a una conclusión, pero no sabe cómo comunicarla de modo que convenza. La idea existe, y muere adentro, por falta de un vehículo.

El método es ese vehículo. **Medir** convierte una impresión («parece que llueve más») en un dato defendible. **Documentar** convierte un recuerdo en evidencia (lo que se anotó existe; lo que no, se lo lleva el tiempo). **Escribir** convierte una intuición desordenada en un argumento que otro puede seguir, discutir y usar. Nada de eso reprime la curiosidad: todo eso la **libera** de los límites de la propia cabeza y la pone a circular en el mundo. Por eso el método no es lo contrario del sueño: es su medio de transporte.

Vale la pena insistir en la palabra «circular», porque ahí se juega algo esencial. Una idea que no sale de la cabeza de quien la tuvo, por buena que sea, no le sirve a nadie más y, a la larga, se pierde incluso para su dueño (la memoria es infiel; lo que no se registró, se desdibuja). El método es lo que rompe ese encierro. Cuando un estudiante mide, documenta y escribe, no solo guarda su idea: la vuelve **compartible**, la pone en una forma que otro puede recibir, examinar y hasta corregir. Y esa posibilidad de ser examinada por otro es, ni más ni menos, lo que distingue una ocurrencia de un conocimiento. El conocimiento no es lo que uno cree a solas; es lo que uno puede poner delante de los demás para que lo pongan a prueba. Por eso el método no solo transporta la idea hacia afuera: la eleva de categoría. La saca del terreno frágil de la impresión privada y la lleva al terreno robusto de lo que puede ser discutido en común. Dar método, en el fondo, es enseñarle a un estudiante a convertir lo que siente en algo que puede defender.

Hay una injusticia silenciosa en esto que conviene nombrar. Cuando una idea buena muere por falta de herramienta, casi siempre se le atribuye la culpa al estudiante («no tenía nivel», «no le dio»), cuando la verdad es otra: le faltó el vehículo, no el motor. Y ese vehículo (medir, registrar, escribir con dignidad) no es un talento con el que unos nacen y otros no; es un conjunto de herramientas que se enseñan. La diferencia entre el aula que reparte esas herramientas y la que las guarda para «los avanzados» no es una diferencia de exigencia: es una diferencia de justicia. Porque las buenas ideas nacen en todas partes, pero solo salen al mundo desde donde alguien enseñó a sacarlas.

Esta injusticia tiene, además, una dimensión territorial que un colegio del Norte del Valle no puede ignorar. Durante mucho tiempo se dio por sentado que las herramientas profesionales (los instrumentos con que se investiga, se mapea, se publica) eran cosa de las grandes ciudades, de las universidades ricas, de otros. A un estudiante de un colegio público de provincia se le enseñaba a soñar en pequeño, no porque le faltara talento, sino porque se suponía que el vehículo no era para él. El MILC parte de la convicción contraria: que la curiosidad no tiene código postal, y que si una idea buena nace en un patio de Cartago tiene el mismo derecho a salir al mundo que si hubiera nacido en cualquier otra parte. Dar método, en este sentido, es también un acto de reparación: es negarse a que la geografía decida qué ideas viven y cuáles mueren adentro. Poner en manos de estudiantes de un colegio público las mismas herramientas con que trabajan los profesionales no es un lujo ni una extravagancia: es devolverle a esa curiosidad el vehículo que siempre le correspondió.

Escribir es pensar dos veces

Entre todas las herramientas del método, hay una que el aula suele descuidar y que lo cambia todo: **la escritura**. No la escritura escolar (la de llenar hojas para una nota), sino la escritura como instrumento de pensamiento. Cuando un estudiante tiene que escribir con precisión lo que descubrió (qué preguntó, qué hizo, qué encontró, qué concluye), no está solo comunicando lo que ya pensó: está **pensándolo mejor**. La escritura obliga a ordenar, a ser honesto con lo que realmente se probó, a distinguir lo que se sabe de lo que se supone. Escribir un hallazgo es pensarlo una segunda vez, con más rigor.

Ahí aparece un aliado nuevo y delicado: las herramientas digitales, incluida la inteligencia artificial. Bien usadas, amplían el alcance (ayudan a estructurar un informe, a maquetar un documento con dignidad profesional, a ampliar las fuentes de una indagación). Mal usadas, lo apagan (si la máquina piensa por el estudiante, el estudiante deja de pensar). La regla MILC es clara: **la herramienta se usa para amplificar el pensamiento del estudiante, nunca para reemplazarlo**, y siempre con trazabilidad (que se sepa qué hizo la persona y qué hizo la máquina, y de dónde salió cada fuente). El método da alcance; pero un alcance sin honestidad no es ciencia, es apariencia.

Herramientas profesionales en manos de estudiantes

Hay un salto que conviene mirar de cerca, porque es donde el método revela todo su alcance: el momento en que un aula deja de simular con herramientas de juguete y pone en manos de sus estudiantes **los mismos instrumentos con que trabajan los profesionales**. No es un detalle de equipamiento; es un mensaje. Cuando a un estudiante se le entrega la herramienta de verdad (no una versión rebajada «para niños»), se le está diciendo algo que ningún discurso motivacional consigue: que lo que va a hacer se toma en serio, que su trabajo puede llegar tan lejos como el de un adulto que investiga.

VENTANA AL AULA

Mapas reales

(Articulación institucional con ESRI para el uso de ArcGIS, sistemas de información geográfica, 2024. Testimonio real; sin nombres.)

Por una articulación con **ESRI**, la institución accedió a licencias de **ArcGIS**, el programa profesional con que se hacen sistemas de información geográfi-

VENTANA AL AULA
(continúa)

ca en el mundo real. No fue un acceso simbólico: llegaron **2000 licencias profesionales y 2000 de editor**, suficientes para poner cartografía real en muchas manos jóvenes.

El cambio es difícil de exagerar. Un estudiante que se preguntaba por su territorio (por dónde se inunda, por cómo se distribuye algo, por qué queda cerca y qué queda lejos) dejó de tener que conformarse con dibujar un mapa a mano o describir con palabras lo que veía. Ahora podía **hacer un mapa de verdad**: cargar datos, ubicarlos en el espacio, cruzarlos, verlos. La misma herramienta con que un profesional analiza un territorio quedó al alcance de una curiosidad de colegio. Y con ella, el territorio dejó de ser un tema del que se habla y se volvió algo que se puede medir, mapear y comprender. El método (aquí, una herramienta profesional de cartografía) no encerró la curiosidad por el territorio: le dio un alcance que a mano jamás habría tenido.

Lo de ArcGIS ilustra la tesis del capítulo con una claridad casi física. La curiosidad por el territorio estaba antes; lo que faltaba era el vehículo para que esa curiosidad llegara lejos y hondo. Sin la herramienta, un estudiante podía *decir* que su barrio se inunda; con ella, puede *mostrarlo* sobre un mapa, cruzarlo con otros datos, y convertir una queja en un análisis que otros pueden ver y discutir. Ese es el doble alcance del que hablábamos: la idea llega más lejos (un mapa circula, una descripción a mano se pierde) y llega más hondo (mapear obliga a precisar dónde, cuánto, en relación con qué). Cuatro mil licencias no son cuatro mil programas: son cuatro mil invitaciones a que una curiosidad territorial se vuelva capaz de rigor.

CONCEPTO MILC

El método como alcance

En el MILC, el **método** no es un conjunto de reglas para vigilar al estudiante, sino un **repertorio de herramientas para ampliar su alcance**: medir (para que su impresión se vuelva dato), documentar (para que su observación se vuelva evidencia), escribir (para que su intuición se vuelva argumento) y publicar (para que su hallazgo llegue a otros, ver Parte V). La prueba de que el método sirve no es que el trabajo se vea prolijo, sino que **la idea del estudiante llegó más lejos** gracias a él.

La objeción del que teme deslumbrar

Un maestro prudente podría desconfiar de todo esto y formular una objeción de peso: «Poner herramientas profesionales en manos de estudiantes suena bien, pero ¿no será deslumbrar en lugar de enseñar? Un software potente, una maqueta impecable, un informe que parece de universidad... ¿no corremos el riesgo de confundir la herramienta con el aprendizaje, de que el estudiante produzca algo que se *ve* muy avanzado sin *entender* lo que hizo? La tecnología reluciente, ¿no puede tapar el vacío en vez de llenarlo?». La objeción es sana y apunta a un peligro real, uno que el MILC toma muy en serio.

La respuesta es un criterio, y es el mismo que atraviesa todo el capítulo: la herramienta **sirve cuando amplía el pensamiento del estudiante, y estorba cuando lo reemplaza**. Un mapa hecho en ArcGIS no vale por lo bonito que quedó, sino por lo que el estudiante entendió al hacerlo (qué preguntó, qué datos eligió, qué cruzó, qué concluye). Si el estudiante sabe explicar por qué su mapa muestra lo que muestra, la herramienta amplió su pensamiento: hizo visible y comunicable algo que él comprendió. Si, en cambio, produjo un mapa vistoso que no sabe leer ni defender, la herramienta lo reemplazó, y entonces sí hubo deslumbramiento sin aprendizaje. La diferencia no está en la herramienta (la misma placa, el mismo software sirve para las dos cosas): está en si detrás del producto hay un pensamiento que la persona puede sostener. Por eso la prueba MILC del alcance no es «qué impresionante se ve», sino «cuéntame qué hiciste y por qué». La honestidad, otra vez, es la línea entre el método y la apariencia. Una herramienta profesional en manos de un estudiante que la entiende es alcance; en manos de uno que la usó para tapar lo que no entendió, es maquillaje.

Estudiantes que escriben como investigadores

Que esto no es teoría lo muestra un aula donde los estudiantes aprendieron a escribir con las herramientas del oficio.

VENTANA AL AULA

Informes que circulan

(Formación en escritura académica con LaTeX y NotebookLM, 2026. Testimonio real; sin nombres.)

En lugar de pedir «trabajos» para archivar, el aula enseñó a los estudiantes a producir **informes técnicos de verdad**: con estructura, con fuentes, con la dignidad de un documento profesional. Aprendieron a maquetar con LaTeX (la misma herramienta con que se componen los libros y los artículos

VENTANA AL AULA
(continúa)

científicos) y a usar la inteligencia artificial (con NotebookLM y otras) para **estructurar sus documentos y ampliar sus fuentes**, no para que pensara por ellos.

El efecto fue doble. Por un lado, sus ideas alcanzaron un nivel de expresión que antes les era inaccesible (lo que pensaban, por fin, se veía y se leía como lo que era: investigación). Por otro, al escribir con rigor, **pensaron mejor**: la herramienta no los volvió perezosos, los volvió exigentes. El método no domó su curiosidad; le dio un alcance que ellos mismos celebraron al verse convertidos en autores de documentos serios.

(El anexo Ética, IA y trazabilidad ofrece un protocolo para acompañar estas prácticas y documentar sus apoyos.)

Lo que ahí ocurrió cierra el argumento del capítulo: darle a un estudiante las herramientas del método no lo encierra, lo **agranda**. Le entrega la capacidad de que lo que piensa salga de su cabeza y llegue al mundo con la forma que merece. Y esa capacidad (escribir, medir, documentar, maquetar, mapear, usar bien la tecnología) no es un lujo de estudiantes avanzados: es un derecho que cualquier aula puede empezar a formar.

Y hay un efecto que las dos ventanas comparten, y que conviene nombrar porque es el más hondo de todos: la transformación de la **identidad** del estudiante. Un joven que hace un mapa de verdad con ArcGIS deja de sentirse alguien que «apenas dibuja mapitas» y empieza a sentirse alguien que hace cartografía; un joven que maqueta su informe con LaTeX deja de sentirse alguien que «entrega trabajos» y se descubre autor. Ese cambio no es cosmético. Cuando la herramienta profesional le devuelve al estudiante una imagen de sí mismo a la altura de lo que es capaz, el estudiante empieza a exigirse a esa altura. La herramienta amplía primero el alcance de la idea y, casi sin que se note, amplía después la idea que el estudiante tiene de sí. Por eso el método, bien dado, no solo hace que las ideas lleguen más lejos: hace que quien las tuvo se atreva a tener ideas más grandes. El alcance más importante que entrega el método no está en el mapa ni en el informe, sino en el joven que, al verse capaz, se anima a soñar en grande.

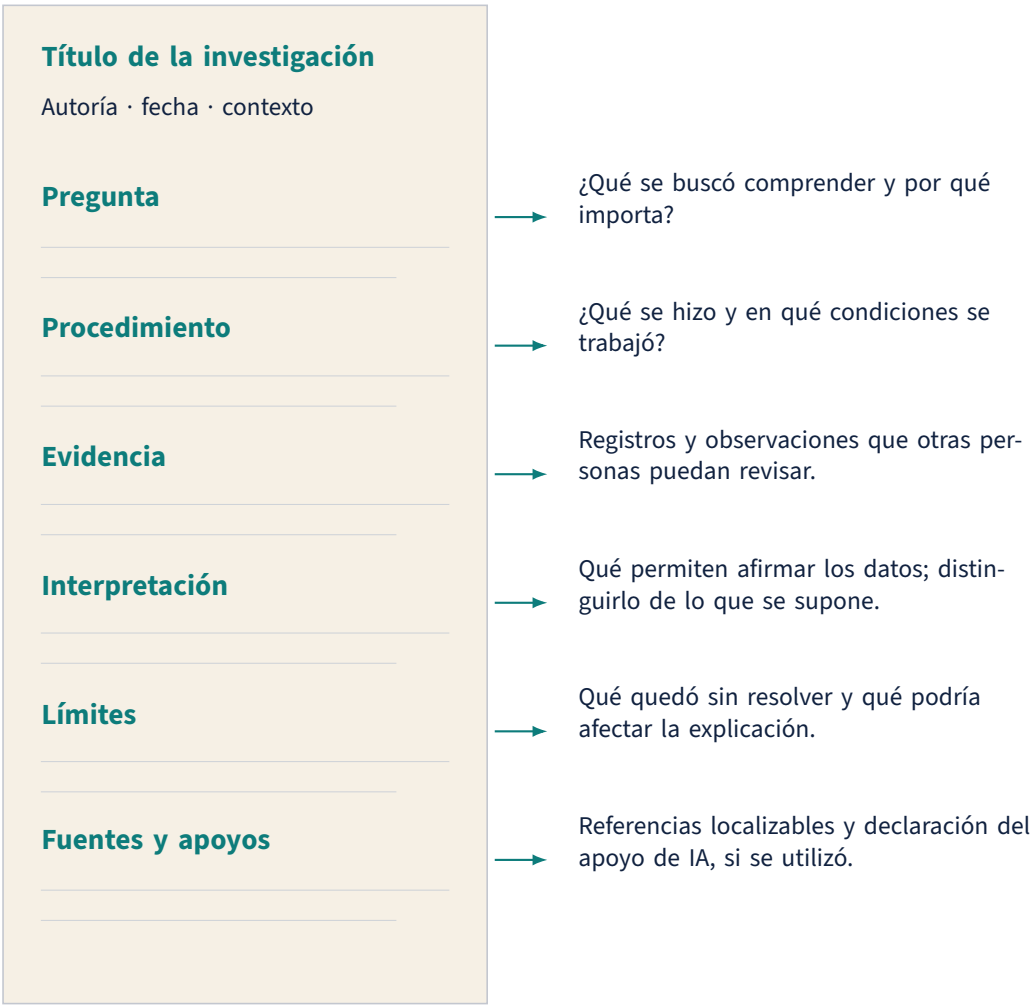
Véase la figura 6, p. 70.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Piense en una idea buena de un estudiante que se «perdió» este año. ¿Se perdió por falta de talento o por falta de una **herramienta** para expresarla (no supo cómo medirla, registrarla o escribirla)? ¿Qué herramienta mínima le habría bastado?*

FIGURA 6 · LECTURA VISUAL

Anatomía de un informe que se puede defender



Plantilla editorial para adaptar: los campos se completan con trabajo propio.

La estructura del informe permite seguir la pregunta, revisar la evidencia y reconocer los límites de lo que se concluye.

Síntesis del capítulo 8. Las líneas vacías son espacios de la plantilla, no resultados omitidos de un informe estudiantil.

PROTOCOLO MILC

Kit mínimo de escritura científica

Propósito: darle a cada estudiante el vehículo básico para que su idea salga al mundo (método como alcance, no como adorno).

1. Adopte una estructura sencilla y repetible para todo informe de indagación: **pregunta → qué hice → qué encontré → qué concluyo → fuentes** (una versión escolar del clásico IMRyD).
2. Enseñe una sola herramienta de registro de datos (una tabla) y una de comunicación (un documento o un póster) bien hechas, antes que muchas a medias.
3. Si usan inteligencia artificial, fije desde el inicio dos reglas: **la máquina no piensa por ti** (ayuda a estructurar y ampliar, no a inventar el hallazgo) y **todo se cita** (qué fuente, qué aportó la IA). Nada de datos ni fuentes inventadas.
4. Pida que cada trabajo **enseñe algo a alguien** (un compañero, la familia): el alcance real se mide en si la idea llegó a otro.

FIGURA 7 · LECTURA VISUAL

La evidencia viaja con su rastro

OBSERVAR

Qué ocurrió y en qué condiciones.

→

REGISTRAR

Datos, fecha y procedimiento que puedan revisarse.

→

AFIRMAR

Qué permite sostener el registro y con qué límites.

Si hubo fuentes o apoyo de IA: identificar qué aportaron, qué se verificó y qué decisiones tomó quien investiga.

Síntesis del capítulo 8. Este recorrido ayuda a revisar una afirmación antes de incluirla en el informe.

PROTOCOLO MILC
(continúa)

Variantes y advertencias. No introduzca muchas herramientas a la vez: una placa, un software de mapas o un maquetador aprendidos a fondo valen más que cinco tocados por encima. Empiece siempre por la pregunta del estudiante, nunca por la herramienta (la herramienta se elige *para* responder una pregunta, no al revés; un aula que empieza por el software termina buscando qué preguntarle, y eso es domar). Con herramientas profesionales potentes (del tipo ArcGIS), cuídese del deslumbramiento: exija siempre que el estudiante **explique lo que hizo y por qué**, y evalúe esa explicación, no el brillo del producto. Si una herramienta requiere licencias o equipos de los que no dispone, no abandone el propósito: la misma lógica del alcance se practica con una tabla en papel, un mapa dibujado a escala o un informe a mano bien estructurado. La herramienta amplía el alcance, pero el método (medir, documentar, escribir, mapear con honestidad) no depende de tener el software más caro: depende de que la idea del estudiante llegue más lejos y más hondo de lo que habría llegado sola.

◎

Tenemos el corazón casi completo: el rigor como aliado del deseo (Cap. 7) y el método como alcance del sueño (Cap. 8). Falta la pieza humana, la más difícil de todas: el maestro. Porque nada de esto ocurre por generación espontánea; ocurre cuando hay un adulto que sabe acompañar sin sofocar. A ese maestro (el que no apaga) dedicamos el capítulo que cierra la Parte III.

FIGURA 8 · LECTURA VISUAL

Elegir por lo que permite hacer

NECESIDAD	CON LO DISPONIBLE	HUELLA REVISABLE
Medir	Regla, reloj o sensor	Valor y condiciones
Ordenar	Tabla en papel o digital	Registro comparable
Comunicar	Hoja, póster o archivo	Explicación con fuentes

Síntesis del capítulo 8. El recurso puede cambiar; la pregunta y la posibilidad de revisar lo hecho orientan la elección.

CAPÍTULO 9

El maestro que no apaga

Acompañar la búsqueda y cuidar la autonomía.



EN EL UMBRAL

Después de una pregunta puede abrirse un silencio fértil. El maestro sabe algo que podría decir de inmediato, pero también puede ayudar a que el estudiante encuentre cómo buscar. Elegir cuándo intervenir requiere atención y confianza. Este capítulo invita a mirar esa presencia que ofrece apoyo, exige razones y deja espacio para que el pensamiento del otro tome una dirección propia.

¿Cuándo nuestra ayuda abre un camino y cuándo empieza a recorrerlo por el estudiante?

> *«El mejor maestro no es el que más responde, sino el que mejor cuida la pregunta ajena.»*
>
> **MILC**

Cerramos la Parte III con la pieza más humana y más difícil de todo el libro: el maestro. Porque nada de lo dicho (cultivar la curiosidad, darle método sin domarla, ponerle alcance al sueño) ocurre por generación espontánea. Ocurre cuando hay un adulto que sabe hacer algo profundamente contraintuitivo para la escuela: **no apagar**. Y no apagar es más difícil que enseñar, porque va contra todo lo que se espera de un maestro (que sepa, que responda, que llene el silencio).

Conviene detenerse en esa dificultad, porque no es una dificultad técnica sino casi de identidad. A un maestro se le formó, se le evaluó y se le premió durante toda su carrera por una cosa: por saber y por transmitir lo que sabe. Su autoridad, su seguridad, muchas veces su autoestima profesional, descansan en tener la respuesta. Pedirle que se calle a tiempo, que resista el impulso de responder, que ceda el frente, es pedirle que suelte precisamente aquello que lo define como maestro. Por eso no apagar no es una técnica que se aprende en una tarde: es una conversión, un cambio en el modo de entender qué es enseñar. El maestro que no apaga tiene que hacer las paces con una idea incómoda: que a veces su mayor aporte a la clase es **no aportar**, retirarse para que aparezca el pensamiento del otro. Nada en su formación lo preparó para eso. Todo, de hecho, lo empujó en la dirección contraria.

Del que deposita al que acompaña

En el modelo bancario (Cap. 4), el maestro vale por lo que sabe y por lo que transmite: mientras más deposita, mejor maestro parece. En el MILC, el maestro vale por otra cosa, más sutil y más rara: por su capacidad de **sostener el asombro ajeno sin sofocarlo con su propio saber**. Es un desplazamiento enorme. Deja de ser el que tiene las respuestas y pasa a ser el que cuida las preguntas; deja de ocupar todo el espacio y aprende a **correrse** para que el estudiante entre.

Ese maestro no es menos sabio (necesita saber mucho para saber cuándo callar); es sabio de otra manera. Sabe que hay un momento en que dar la respuesta correcta es, pedagógicamente, un error: mata la búsqueda antes de que empiece. Sabe que la pregunta de un estudiante es

frágil, y que basta un gesto de impaciencia para apagarla. Y sabe, sobre todo, que su tarea no es lucir lo que sabe, sino **provocar y proteger lo que el otro está a punto de descubrir**.

Aquí hay una paradoja que conviene enunciar sin miedo: el maestro que no apaga necesita saber *más*, no menos, que el que deposita. Para callar en el momento justo hay que saber que ese es el momento justo; para devolver una pregunta al grupo en vez de responderla hay que conocer el terreno lo bastante bien como para saber que la pregunta tiene salida; para acompañar un error sin corregirlo de inmediato hay que entender el error mejor que el que lo cometió. Callar por ignorancia no es mayéutica: es abandono. La contención del maestro que no apaga es la contención del que sabe y elige no decirlo todavía, no la del que no tiene qué decir. Por eso este modelo no rebaja la exigencia sobre el maestro: la eleva. Le pide dominio del saber y, además, el temple de guardárselo cuando toca.

Una idea con veinticinco siglos

Esto no es nuevo. Es, quizá, la idea pedagógica más antigua de Occidente. Sócrates la contó con una imagen que sigue siendo insuperable: la del **partero**. En el *Teeteto*, Sócrates dice que él, como su madre que era comadrona, ejerce el arte de partear, solo que de las almas y no de los cuerpos: no engendra él el saber, sino que **ayuda a dar a luz** el que el otro ya llevaba dentro (Platón, ca. 369 a. C./1988, 150b-c). El maestro-partero no deposita ideas: asiste el nacimiento de las que el estudiante ya gestaba. Esa es la mayéutica, y es la contracara exacta de la educación bancaria.

Conviene detenerse en la fuerza de la imagen, porque no es un adorno retórico. Una comadrona no da a luz por la madre (eso sería imposible y sería, además, quitarle lo suyo); tampoco la deja sola en el trance. Hace algo más difícil que cualquiera de las dos cosas: acompaña un alumbramiento que solo la madre puede protagonizar, poniendo todo su saber al servicio de un proceso cuyo protagonista es otro. Sócrates elige esa figura con precisión de cirujano: el saber, como la vida, no se transfiere, se **alumbra**; y el papel del que sabe no es parir en lugar del otro, sino asistir para que el otro para. Trasladado al aula, esto desarma de raíz la imagen del maestro como surtidor. El conocimiento verdadero (el que queda, el que la persona puede usar y defender) no entra desde afuera como un depósito: se gesta adentro y sale con ayuda. El maestro-partero lo sabe, y por eso su gesto mayor no es dar, sino **asistir el dar a luz** del otro.

Veinticinco siglos después, Freire dijo algo hermanado: que nadie educa a nadie, que los seres humanos se educan entre sí, mediados por el mundo, en diálogo (Freire, 1968/1970). El buen maestro no es un surtidor de respuestas: es alguien que sostiene un diálogo donde las preguntas del estudiante importan de verdad. En los dos casos, viejo y nuevo, la enseñanza es

lo mismo: **el maestro se corre del centro para que aparezca el pensamiento del otro**. Y hay en Freire un matiz que completa a Sócrates: si nadie educa a nadie y todos se educan entre sí, entonces el aula ideal no es la que gira alrededor del maestro, sino la que se vuelve una red donde también los estudiantes se enseñan unos a otros. El maestro que no apaga no solo se corre para que aparezca un estudiante: se corre para que los estudiantes aparezcan **entre sí**, mediados por el mundo que investigan juntos.

CONCEPTO MILC

El maestro-partero

El **maestro-partero** (de la mayéutica socrática) es el que no apaga: asiste el nacimiento del saber que el estudiante ya gestaba, en lugar de depositar el suyo. Su destreza mayor no es responder, sino **cuándo y cuánto callar** (el andamiaje que se retira a tiempo). En el MILC, el maestro se mide por una pregunta incómoda: al terminar la clase, ¿el estudiante pensó más, o solo escuchó más? Cuidar la pregunta ajena, aunque uno sepa la respuesta, es el gesto que define al maestro que no apaga.

La objeción del que teme el desorden

Llegados aquí, una objeción legítima se impone, y la formularía cualquier maestro con experiencia: «Todo esto de callar, ceder el frente y dejar que los estudiantes se enseñen entre sí suena hermoso, pero ¿no es una receta para el desorden y para el error? Si me callo, ¿quién garantiza que la clase no se pierda en conjeturas equivocadas? Si un estudiante enseña, ¿quién asegura que enseñe bien y no propague errores? ¿No es esto, en el fondo, una renuncia elegante del maestro a su responsabilidad?». La objeción es seria y hay que responderla sin esquivarla, porque en ella se juega la credibilidad del modelo.

La respuesta es que no apagar **no es ausentarse**. El maestro-partero no desaparece: acompaña desde un lado en vez de dominar desde el centro, que es muy distinto. Cuando cede el frente, no abandona el aula a su suerte; observa, sostiene, interviene cuando de verdad hace falta (no para lucirse ni para apurar, sino para evitar que un error se vuelva callejón sin salida o que la búsqueda se pierda del todo). La diferencia entre el maestro que no apaga y el que abdica es exactamente esa: el primero se calla *eligiendo* el momento, con la mano en el timón aunque no se note; el segundo se desentiende. Y en cuanto al miedo al error del estudiante que enseña, conviene invertir la mirada: un estudiante que prepara algo para enseñárselo a otros se ve *obligado* a estudiarlo más a fondo que si solo lo aprendiera para sí, precisamente porque tendrá que responder preguntas y sostener lo que dice. El maestro que cede el frente no lo

cede a ciegas: lo cede tras acompañar la preparación, y sigue ahí para corregir con delicadeza lo que haga falta. No apagar no es soltar el aula: es sostenerla de otro modo, uno que exige más presencia, no menos.

Cuando el maestro cede el frente

La prueba de fuego de este maestro es si es capaz de **cederle el frente del aula a un estudiante**. No como premio, sino como pedagogía: dejar que quien aprendió algo, lo enseñe.

VENTANA AL AULA

La clase de Jana

(Sesión sobre los primeros trajes espaciales, 2026. Testimonio real; alias de primer nombre.)

Un día, la clase la dio **Jana**. El tema (la historia de los primeros trajes espaciales y su evolución tecnológica) lo preparó y lo condujo ella, ante sus compañeros. El maestro no ocupó el frente: lo cedió. No porque tuviera menos que enseñar, sino porque entendió que el mejor aprendizaje de ese día no era el que él pudiera depositar, sino el que Jana iba a construir al tener que **enseñarlo**.

Para conducir esa sesión, Jana tuvo que investigar, ordenar, anticipar preguntas, explicar con claridad (todo lo que hace un investigador cuando divulga). Y sus compañeros aprendieron de un par, en un lenguaje cercano, un tema que ella hizo suyo. El maestro que no apaga no es el que menos sabe: es el que sabe cuándo su saber debe correrse para que aparezca el de otro.

La clase de Jana muestra al maestro del MILC en su gesto más característico: no el de brillar, sino el de **hacer brillar**. Un aula donde el maestro lo dice todo es un aula donde no queda nada por descubrir. Un aula donde el maestro sabe callar a tiempo (y ceder el frente cuando toca) es un aula donde el asombro tiene aire para respirar.

Preparar una explicación para otros puede favorecer el aprendizaje. Chase et al. (2009) estudiaron el esfuerzo al enseñar a agentes virtuales; Nestojko et al. (2014), el efecto de esperar que se tendría que enseñar un texto, aunque los participantes no llegaron a dar la clase. Sus resultados apoyan posibilidades concretas, no una superioridad universal de enseñar sobre cualquier otra actividad. En la experiencia de Jana, el docente puede observar cómo organizó el tema, qué preguntas pudo responder y qué necesitó revisar. Ceder el frente cobra valor cuando esos procesos reciben acompañamiento y retroalimentación.

Cuando ese gesto se vuelve cultura, deja de depender del maestro: son los propios estudiantes los que empiezan a enseñarse entre sí, incluso más allá de su propia aula. Ahí el «nadie educa a nadie» de Freire deja de ser una frase y se vuelve una escena concreta.

VENTANA AL AULA

De una jornada a la otra

(Capacitación en ciencia ciudadana IASC dictada por estudiantes líderes, 2026. Testimonio real; alias de primer nombre.)

En 2026, la formación para participar en las campañas internacionales de búsqueda de asteroides (IASC) no la dio el maestro: la dieron dos estudiantes. **Tomás** y **Matías**, líderes de la línea, capacitaron a estudiantes de la jornada de la mañana en lo que ellos ya dominaban. El maestro no ocupó el frente; lo cedió a dos jóvenes que, de aprendices, habían pasado a formadores.

Para capacitar a otros, Tomás y Matías tuvieron que revisar cómo explicar su experiencia a otros: no basta con haber participado en una campaña, hay que poder explicarla, anticipar dudas, guiar a quien empieza desde cero. Y del otro lado, los estudiantes de la mañana recibieron el conocimiento de unos pares (no de un adulto lejano), en un lenguaje cercano y creíble, de alguien que hacía poco estaba donde ellos estaban ahora. El saber cruzó de una jornada a la otra sin pasar por el maestro; el maestro solo se había corrido a tiempo para que ese puente pudiera existir. Nadie educó a nadie desde arriba: unos estudiantes se educaron con otros, mediados por el cielo que investigaban juntos.

Lo de Tomás y Matías lleva la clase de Jana un paso más allá y cierra el capítulo donde debía cerrar. Si Jana muestra a un estudiante enseñando a su propio grupo, la capacitación IASC muestra el modelo ya vuelto ecosistema: estudiantes que forman a otros estudiantes, de una jornada a otra, sin que el maestro tenga que estar en el centro. Ese es el horizonte del maestro que no apaga: no un aula que dependa de él para siempre, sino una comunidad que aprendió a sostener su propia curiosidad. El mejor maestro no es el que se vuelve indispensable, sino el que logra, poco a poco, volverse innecesario en el centro, porque sembró en sus estudiantes la capacidad de enseñarse entre sí. Correrse a tiempo, ahí, tuvo su recompensa más alta: el saber siguió circulando cuando él dio un paso al costado. Esa es la verdadera medida del oficio: no cuánto sabe el maestro, sino cuánto saber logró poner a andar por sí solo cuando él ya no estaba en el frente.

PREGUNTA MAYÉUTICA

En su última clase, ¿cuántos minutos habló usted y cuántos preguntaron o construyeron ellos? Y una más difícil: la última vez que un estudiante hizo una pregunta cuya respuesta usted sabía, ¿se la dio de inmediato, o resistió el impulso para que la buscara él?

PROTOCOLO MILC

El silencio productivo

Propósito: entrenar en el maestro el gesto de no apagar (dar a luz la pregunta del otro en vez de taparla con la propia respuesta).

1. Elija una clase para practicar una sola regla: **ante una pregunta de un estudiante, no responda de inmediato**. Cuente hasta tres y devuelva la pregunta al grupo («¿qué creen ustedes?», «¿cómo lo averiguaríamos?»).
2. Tolere el silencio. Los primeros segundos incomodan; después, alguien piensa. El silencio no es tiempo perdido: es el tiempo en que nace una idea.
3. Una vez por semana, **cédale el frente a un estudiante** para que enseñe algo que investigó (como Jana). Usted acompaña desde un lado, no desde el centro.
4. Al final, anote: ¿en qué momento su respuesta habría apagado una búsqueda? Ese registro es su mejor formación docente.

Variantes y advertencias. Ceder el frente no es abandonar el frente: acompañe la preparación del estudiante que va a enseñar (revise con él lo esencial, ayúdelo a anticipar preguntas), y quédese al lado durante la sesión para sostener, no para corregir en público lo que pueda corregirse después en privado. Empiece por lo pequeño: un estudiante que explica un punto de cinco minutos, antes que una clase entera; y si funciona, escale hacia la formación entre pares más ambiciosa (un estudiante avanzado que capacita a un grupo, como Tomás y Matías con la jornada de la mañana). Cuídese de dos errores de signo contrario: el maestro que *no logra* callarse (que devuelve la pregunta y, a los dos segundos, la responde él mismo por no aguantar el silencio) y el que se calla *de más* (que cede el frente y desaparece, dejando al estudiante sin red). El punto justo es la contención presente: guardarse

PROTOCOLO MILC
(continúa)

la respuesta sin guardarse el acompañamiento. Y si un estudiante que enseña comete un error, no lo interrumpa para lucir su corrección: anótelo y retómelo con el grupo como una pregunta viva («¿estamos seguros de esto? averigüémoslo»), de modo que el error se vuelva la siguiente búsqueda y no una humillación. No apagar se entrena, y este es el ejercicio central del oficio.

◎

Con esto cerramos la Parte III, el corazón del libro: el rigor como aliado del deseo (Cap. 7), el método como alcance (Cap. 8) y el maestro que acompaña sin sofocar (Cap. 9). Ya sabemos *qué* hay que hacer con la curiosidad (cultivarla, no domarla) y *quién* lo sostiene (un maestro que no apaga). Falta el *cómo* concreto: el ritmo, los pasos, el ciclo por el que una curiosidad se vuelve investigación completa. A ese ritmo (las cuatro fases del MILC, vividas no como procedimiento sino como el pulso natural del que investiga) dedicamos la Parte IV.

FIGURA 9 · LECTURA VISUAL

Acompañar sin ocupar el centro

Presencia que sostiene: escuchar la duda, devolver una pregunta y ofrecer el apoyo necesario para que el estudiante pueda intentar.

Responder por él

La búsqueda termina antes de que pueda empezar.

Acompañar el intento

El estudiante decide y el maestro ayuda a revisar.

Dejarlo sin apoyo

La dificultad puede convertir la búsqueda en abandono.

Síntesis del capítulo 9. El apoyo se ajusta a la situación; la autonomía crece con oportunidades de actuar y revisar.

IV

PARTE IV

El ciclo del asombro

Cuatro fases para acompañar la investigación: escuchar, sistematizar, proyectar, liberar; evaluar y revisar en cada paso.



COLECCIÓN MILC · TOMO III · EL CÓMO

Un equipo construye, prueba y vuelve a preguntar.
Interpretación pictórica de una fotografía de ConectaTE · MILC-A080.



CAPÍTULO 10

Escucha

El territorio y el otro como comienzo de la investigación.

EN EL UMBRAL

El lugar que habitamos ofrece señales que el paso apresurado deja atrás. Una corriente de agua, una dificultad compartida o una voz poco escuchada pueden cambiar el comienzo de una clase. Acercarse exige tiempo para observar y conversar antes de decidir qué se investigará. La escucha abre así una responsabilidad: permitir que la pregunta tenga relación con quienes viven lo que queremos comprender.

¿Qué necesita decir el territorio antes de que llevemos nuestra propuesta?

«Investigar empieza por callar y escuchar: el territorio ya estaba hablando antes de que llegáramos.»

MILC

Entramos en la Parte IV, y con ella en las cuatro fases que organizan el recorrido de este tomo: Escucha, Sistematización, Proyección y Liberación. Son una manera pedagógica de acompañar la investigación, no una secuencia que garantice resultados. El ciclo permite volver a la pregunta, mejorar el registro y corregir una propuesta. La evaluación atraviesa el recorrido y se hace explícita antes de compartirlo. El cuadro de correspondencias (p. 85) muestra su relación con los cinco momentos de la obra matriz.

Y ese ritmo empieza donde menos lo espera la escuela: no hablando, sino **escuchando**.

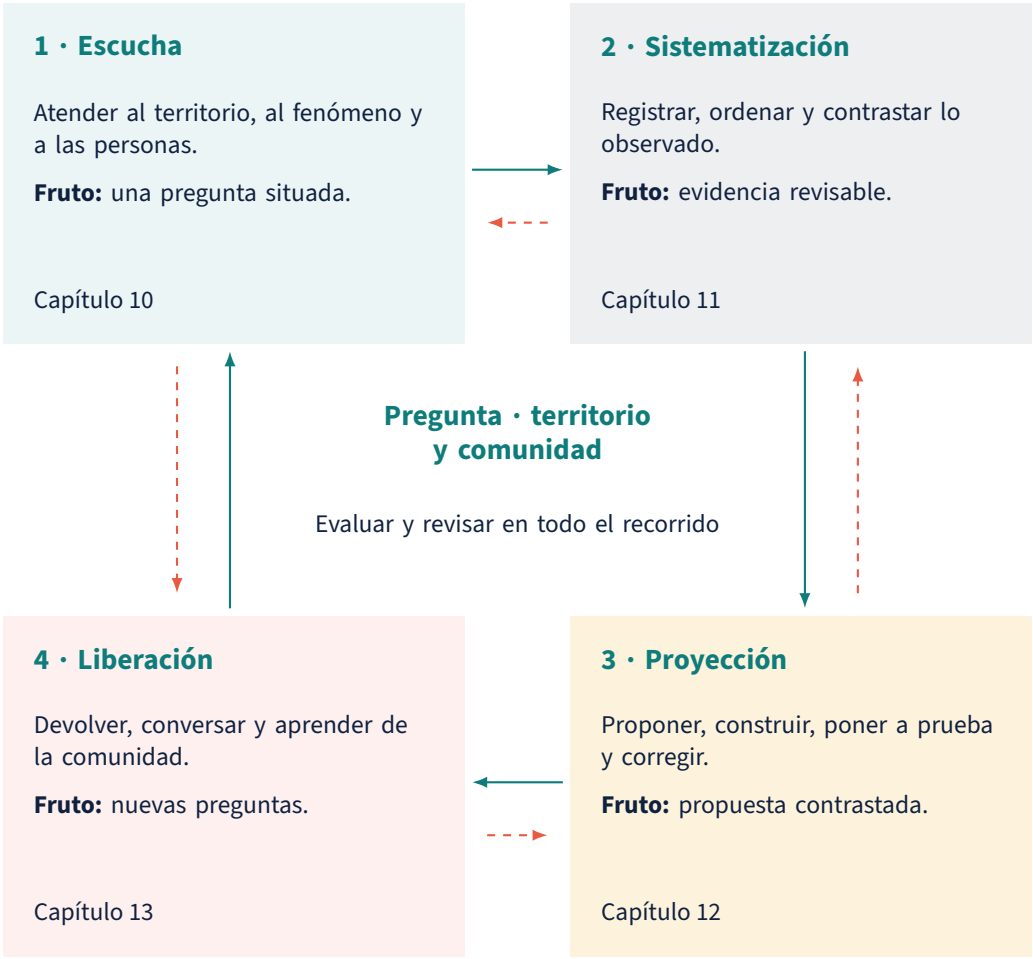


El lugar también pregunta. Interpretación pictórica del equipo y su acompañante en el patio escolar, junto a una mesa de prototipos. Fuente: ConectaTE · MILC-A087. El espacio compartido vincula el trabajo del aula con la vida de la escuela.

Véase la figura 10, p. 84.

FIGURA 10 · LECTURA VISUAL

El ciclo del asombro



El ciclo orienta una investigación que puede volver sobre sus preguntas, revisar sus registros y aprender de la comunidad.

Síntesis de los cuatro capítulos de esta parte. Correspondencia con la obra matriz: p. 85. Las flechas de retorno expresan revisión, no una lista de pasos que se aprueban una sola vez.

Un ciclo, dos escalas de lectura

La obra matriz organiza el MILC en cinco momentos: **Escucha, Sistematización, Praxis, Evaluación liberadora y Devolución** (Cardenas Orozco, 2026a). Este tomo reúne el recorrido en cuatro capítulos para acompañar una pregunta desde su nacimiento hasta su encuentro con la comunidad. La correspondencia permite usar ambos libros juntos.

En este tomo	Relación con la obra matriz
Escucha	Conserva la Escucha: reconocer el territorio, las voces implicadas y una pregunta que merezca ser investigada.
Sistematización	Conserva la Sistematización: construir registros, distinguir evidencia e interpretación y hacer visible lo que todavía falta saber.
Proyección	Desarrolla la Praxis: una propuesta se vuelve acción o prototipo, se prueba en condiciones explícitas y se modifica según la evidencia. Proyectar incluye hacer y contrastar.
Liberación	Da un lugar a la Devolución: compartir resultados comprensibles, escuchar la respuesta de la comunidad y reconocer autorías, límites y preguntas nuevas.

La evaluación acompaña todo el recorrido

La **Evaluación liberadora** no desaparece ni se reduce a una nota al final. En la Escucha revisa la pertinencia de la pregunta; en la Sistematización, la calidad del registro; en la Proyección, las pruebas y sus límites; en la Liberación, lo aprendido con otros y lo que debe cambiar. Incluye autoevaluación, conversación entre pares y retroalimentación docente.

Antes de devolver el trabajo, el equipo hace una pausa explícita: *¿qué afirmamos, con qué evidencia, qué cambió y qué no podemos concluir?* Esa pausa también puede llevarlo de regreso a cualquier momento anterior. El anexo de evaluación ofrece una ficha para documentarla.

El territorio ya estaba hablando

La escuela suele empezar por el contenido: el maestro trae el tema, lo expone, lo evalúa. El ciclo del asombro empieza al revés: por la **escucha** del mundo. Antes de proponer nada, el que investiga se calla y atiende (al fenómeno, al lugar, a la comunidad, al otro). Porque el territorio ya estaba hablando antes de que llegáramos con nuestro plan de clase: la quebrada que se desborda, el aire que se siente distinto, el mayor que sabe algo que ningún libro registró. Escuchar es reconocer que la primera fuente de toda investigación no es el temario, sino la **realidad que rodea al estudiante**.

Esto tiene una consecuencia pedagógica enorme. Significa que el punto de partida no lo pone (solo) el docente: lo pone el **problema situado**, el que de verdad le pica a esa comunidad, en ese lugar, en ese momento. Y significa que investigar no es algo que se hace *sobre* el territorio (como quien lo estudia desde afuera), sino *con* él y *desde* él. Aquí el MILC se enlaza con su segundo tomo (la *querencia*, el arraigo al lugar; Cardenas Orozco, 2026c): no se puede escuchar realmente un territorio que no se ama ni se habita. La Escucha es, antes que una técnica, una **actitud**: la humildad de suponer que el mundo tiene algo que enseñarnos si dejamos de hablar un momento.

Conviene subrayar qué clase de silencio es este, porque no es cualquiera. No es el silencio del que no tiene nada que decir, ni el del que espera su turno para hablar. Es un silencio **activo**, atento, cargado de atención: el mismo que pone un médico cuando ausculta, el de un baquiano que lee las nubes antes de que llueva, el de una abuela que sabe por el olor del río que va a crecer. Escuchar en este sentido es un trabajo, y de los más difíciles, porque la escuela nos entrenó justamente en lo contrario: en llenar cada segundo de aula con nuestra propia voz, como si el silencio fuera una falla que hay que tapar. El maestro que se atreve a callar y dejar que el territorio hable primero está haciendo algo casi contracultural dentro del salón.

Sentir y pensar el lugar

Orlando Fals Borda, que investigó el campo colombiano escuchándolo realmente, le dio a esta actitud un nombre precioso: *sentipensar*. Sentipensante es quien no separa la razón del sentimiento, quien piensa con el corazón y siente con la cabeza; quien, al investigar su territorio, no lo trata como un objeto frío sino como algo que le importa (Fals Borda, 2009). Esa es la disposición de la Escucha en el MILC: un estudiante que se acerca a un problema de su barrio no como un dato ajeno, sino como algo que lo toca, que le duele o le maravilla. De esa implicación (no a pesar de ella) nace la mejor investigación.

Vale la pena desplegar de dónde saca Fals Borda esa palabra, porque no la inventó en un escritorio. La escuchó. Investigando en la costa Caribe y en las ciénagas del río San Jorge, encontró que los pescadores y campesinos describían su propia forma de conocer con un verbo que la academia no tenía: decían que actuaban «con el corazón y con la cabeza», que *sentipensaban* su tierra. Fals Borda tuvo la humildad de tomar ese verbo popular y elevarlo a categoría de método. Ahí hay una lección doble para el aula. La primera: que las comunidades no son ignorantes a las que hay que ir a alfabetizar, sino portadoras de un saber propio que la escuela suele despreciar por no venir en formato académico. La segunda: que separar el pensar del sentir (esa vieja herencia que nos enseñó a desconfiar de la emoción como si contaminara el conocimiento) es un empobrecimiento, no un rigor. El estudiante al que le prohibimos que le importe lo que estudia no investiga mejor: investiga menos, porque le hemos apagado el motor. Sentipensar, entonces, no es una licencia para la subjetividad desbocada; es el reconocimiento honesto de que nadie investiga bien aquello que le da igual.

Escuchar así cambia el tipo de preguntas que surgen. Ya no son las preguntas del libro (abstractas, universales, sin lugar), sino preguntas **situadas**: ¿por qué se inunda *esta* esquina?, ¿qué pasó con *esta* quebrada?, ¿qué sabe *este* mayor que la escuela ignora? Son preguntas más pequeñas y, por eso mismo, más poderosas: porque tienen respuesta alcanzable y porque le importan a alguien real. La pregunta universal («¿por qué se contamina el agua?») abruma y no lleva a ninguna parte; la pregunta situada («¿por qué baja turbia *nuestra* quebrada después de que llueve arriba?») se puede caminar, medir y responder. La Escucha, al aterrizar la pregunta en un lugar, la vuelve investigable.

CONCEPTO MILC

Escucha (fase 1)

La **Escucha** es la primera fase del ciclo del asombro: el momento de callar y atender al territorio, al fenómeno y al otro, para que el problema de investigación **emerja de la realidad** y no del temario. Su fruto es una **pregunta situada** (concreta, local, que le importa a la comunidad). Su actitud es *sentipensante* (Fals Borda, 2009): investigar lo que a uno lo toca. Sin Escucha, el ciclo arranca de una pregunta prestada; con ella, arranca de una pregunta propia (y una pregunta propia es la mitad de la investigación).

Una objeción honesta: ¿y el rigor?

Llegados aquí, conviene detenerse en una objeción que un lector exigente ya estará formulando, y que sería deshonesto esquivar. Si la investigación arranca de lo que al estudiante «le importa», de lo que le duele o le maravilla, ¿no estamos abriendo la puerta a la pura subjetividad? ¿No corre la Escucha el riesgo de confundir investigar con opinar, de premiar la emoción por encima de la evidencia, de producir estudiantes convencidos de sus intuiciones y alérgicos al dato que los contradice? La objeción es seria y merece una respuesta seria.

La respuesta del MILC es doble. Primero: la Escucha no es la investigación entera, es su primera fase. La implicación afectiva enciende el motor, pero no dispensa del rigor que viene después (la Sistematización exigirá medir, la Proyección exigirá probar, y ambas someterán la intuición inicial a la prueba de la realidad). Sentir el problema es el comienzo, no el final; el estudiante que escucha con el corazón tendrá que sistematizar con la cabeza. Segundo, y más de fondo: la falsa neutralidad no es garantía de rigor, es una ilusión. El investigador que cree acercarse a su objeto «sin que le importe» no es más objetivo; simplemente no examina sus propios sesgos, que operan igual, solo que a escondidas. Fals Borda no proponía cambiar el rigor por el sentimiento: proponía **reconocer honestamente** desde dónde se investiga, en lugar de fingir un punto de vista de ninguna parte. El sentipensar bien entendido es más riguroso, no menos, porque hace explícita la implicación en vez de disfrazarla. La Escucha, pues, no compite con el rigor: lo prepara, dándole al rigor algo que valga la pena investigar.

Cuando una inundación se volvió pregunta

La Escucha no es una idea bonita: es lo que separa un proyecto vivo de un ejercicio muerto. Se ve con claridad cuando un problema real del territorio entra al aula.

VENTANA AL AULA

La quebrada que enseñó a preguntar

(Proyecto «Estudiando las inundaciones», 2023. Testimonio real; sin nombres.)

El problema no lo trajo el profesor: lo trajo el territorio. Las inundaciones eran algo que los estudiantes conocían de cerca (que habían visto, sufrido o temido). En lugar de pasar de largo hacia el temario, el aula se detuvo a **escuchar** ese problema: ¿por qué se inunda?, ¿qué lo causa?, ¿qué se puede medir, entender y prever?

VENTANA AL AULA
(continúa)

De esa escucha nació un proyecto que usó la tecnología, los datos y el conocimiento del territorio para comprender el riesgo. Y esa curiosidad situada (la de unos estudiantes que investigaron algo que les tocaba de cerca) llegó lejos: el proyecto participó en la convocatoria nacional Samsung Solve for Tomorrow y, según el registro experiencial del autor, avanzó al grupo de **50 proyectos seleccionados** en 2023. Pero antes del reconocimiento hubo algo más importante: hubo una comunidad que escuchó su propio problema y decidió convertirlo en pregunta. El resto (el método, el reconocimiento) vino después. La Escucha fue primero.

Ahí se ve la fase en su estado puro: no se partió de un tema del programa, se partió de una **realidad que dolía**. Y precisamente por eso el proyecto tuvo fuerza (los estudiantes no investigaban para una nota, investigaban algo suyo). Escuchar el territorio no es un preámbulo simpático: es lo que le da a una investigación su raíz y su energía.

Y hay un detalle en ese proyecto que merece subrayarse, porque desmonta un prejuicio tenaz. Suele creerse que la investigación «de verdad» empieza cuando el estudiante deja atrás su barrio y accede a temas grandes, universales, prestigiosos. La quebrada que se desborda enseña lo contrario: fue justamente por quedarse en lo pequeño y propio (una esquina que se inunda, un riesgo que la comunidad conoce con el cuerpo) que el proyecto llegó lejos, hasta una convocatoria nacional. Lo local no es lo contrario de lo importante; muchas veces es su puerta. El estudiante que investiga a fondo el problema de su calle aprende, de paso, los métodos y conceptos que valen para cualquier calle del mundo. La Escucha del territorio no encierra al estudiante en lo suyo: lo lanza a lo universal desde un punto de apoyo que le importa. Se llega lejos, casi siempre, empezando cerca.

Pero la Escucha no se agota en escuchar los problemas del territorio; también sabe escuchar lo que el territorio tiene de asombroso. No todo lo que emerge de la realidad duele: a veces, lo que llama es una maravilla. Y hay un territorio que casi nunca miramos, aunque nos cubre entero todas las noches: el cielo. Escuchar el cielo (y, con él, el territorio que se despliega abajo) fue el punto de partida de una de las líneas más queridas del ecosistema.

VENTANA AL AULA

Escuchar el cielo para cuidar la tierra

(Línea de astronomía, proyecto AstroData / AstroLumen, 2025. Testimonio real; sin nombres.)

El sentido de esta línea puede expresarse con una pregunta: *¿y si lo que aprendemos mirando el cielo pudiera servir para cuidar el territorio que tenemos abajo?* De esa escucha (mitad asombro astronómico, mitad arraigo a la tierra) nació **AstroData / AstroLumen**, una propuesta que se atrevió a juntar cosas que la escuela suele tener en salones separados: la **astronomía**, el **análisis de datos**, la ciencia ciudadana de las campañas de búsqueda de asteroides (IASC) y una **conciencia territorial** muy concreta.

El punto de partida fue, otra vez, escuchar antes de proponer. Escuchar el cielo, sí (esos datos astronómicos reales que llegan en imágenes y tablas), pero también escuchar la pregunta de fondo: ¿para qué le sirve a *esta* comunidad, en *este* rincón del Norte del Valle, mirar tan lejos? La respuesta que fue emergiendo tenía que ver con algo que se recupera al reducir la iluminación mal orientada y algo que se gana al aprender a leer datos: el cielo oscuro como patrimonio, la información como bien común, la mirada larga como forma de cuidar lo cercano. Antes de cualquier resultado, hubo esa escucha doble (arriba y abajo, lo lejano y lo propio), y de ella salió el rumbo. El territorio (también el territorio celeste) estaba hablando; alguien, por fin, se detuvo a escucharlo.

La escena de *AstroData / AstroLumen* amplía lo que la quebrada ya había enseñado. La Escucha no es solo atender a lo que duele: es atender a lo que **importa**, y a veces lo que más importa a una comunidad es aprender a mirar de nuevo (el cielo que da por descontado, los datos que no sabía que podía leer, el territorio que creía conocido). En los dos casos, lo decisivo es el mismo gesto: callar la prisa del temario y dejar que la pregunta emerja de lo real. Una comunidad que escucha su quebrada y una que escucha su cielo están haciendo, en el fondo, lo mismo: reconocer que la primera fuente del saber no es el libro, sino el lugar. Y cuando esa escucha junta lo lejano (los datos del cosmos) con lo cercano (el cuidado del territorio), la pregunta situada gana una hondura que ninguna pregunta prestada podría tener.

Hay en esa unión de lo lejano y lo cercano algo que merece nombrarse, porque toca el corazón de lo que este tomo defiende. Mirar el cielo suele presentarse como el gesto más desarraigado que existe: apartar los ojos de la tierra, de lo propio, de lo urgente, para perderlos en lo remoto. Y sin embargo, para las culturas que de verdad habitaron un territorio, mirar el cielo fue siempre una forma de habitar mejor la tierra. El campesino leía las estrellas para

saber cuándo sembrar; el navegante, para no perderse; el mayor, para contar el tiempo y las estaciones. El cielo nunca fue lo contrario del territorio: era su reloj, su calendario, su mapa. Cuando una línea escolar de astronomía se pregunta cómo lo que aprende arriba puede servir para cuidar lo de abajo, no está inventando una rareza: está recuperando una relación antiquísima entre el ser humano y el cosmos, esa que la vida urbana con sus luces encendidas y sus techos cerrados casi nos hizo olvidar. Escuchar el cielo, en ese sentido, es una de las formas más hondas de escuchar el territorio. Quien enseña a un estudiante a mirar hacia arriba con atención le está enseñando, sin decirlo, a mirar hacia abajo con más cuidado. Los dos gestos, el astronómico y el territorial, son ramas del mismo tronco: la voluntad de no dar el mundo (ni el de arriba ni el de abajo) por descontado.

PREGUNTA MAYÉUTICA

¿Cuál es el problema de su barrio, su vereda o su ciudad que sus estudiantes ya conocen «con el cuerpo» (que han visto o sufrido)? ¿Y qué pasaría si, en lugar de traer usted el próximo tema, dejara que ese problema fuera el punto de partida? (Y a la inversa: ¿qué maravilla cercana (un cielo, un río, un oficio) llevan por descontado y podría, escuchada de nuevo, volverse pregunta?)

PROTOCOLO MILC

Cartografía de problemas del territorio

Propósito: practicar la Escucha (que el problema de investigación emerja del territorio, no del temario).

1. Con el grupo, dibujen un mapa sencillo de su entorno (el barrio, la vereda, el camino a la escuela). No tiene que ser exacto: tiene que ser **suyo**.
2. Marquen en él los lugares donde «algo pasa»: donde se inunda, donde huele mal, donde se acumula basura, donde hay algo hermoso, donde vive alguien que sabe.
3. Frente a cada marca, escuchen antes de opinar: pregunten a quienes viven ahí, observen, anoten lo que el lugar «dice». (Sentipensar: acercarse a lo que a uno le importa.)
4. Elijan **un** punto del mapa que despierte una pregunta situada genuina. Ese punto será el inicio del ciclo (y pasará a la fase siguiente, Sistematización).

PROTOCOLO MILC
(continúa)

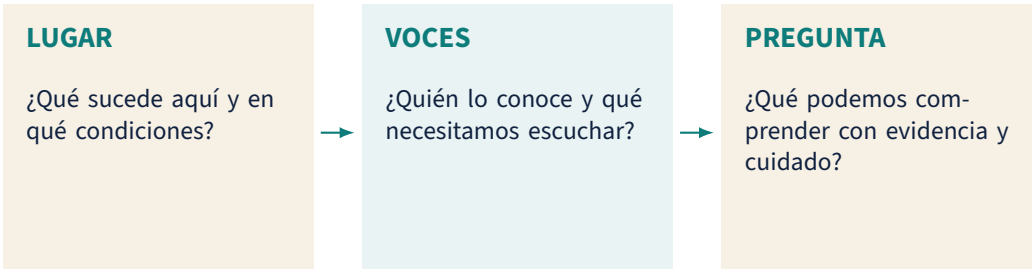
Variantes y advertencias. Si el aula no tiene un problema «que duela» a la vista, no fuerce el drama: la Escucha también atiende a lo que maravilla (un cielo, un río, un oficio del barrio). Amplíe el mapa hacia arriba (¿qué se ve de noche desde aquí?) o hacia lo invisible (¿qué datos genera este lugar que nadie está leyendo?): así lo hizo la línea de astronomía al juntar cielo y territorio. Cuidado con dos trampas frecuentes. La primera: que el docente, con la mejor intención, «sugiera» el punto del mapa y termine poniendo él la pregunta (si eso pasa, no hubo Escucha, hubo temario disfrazado); deje que el silencio incomode un poco antes de rescatarlo. La segunda: quedarse en el mapa y no salir a escuchar de verdad a las personas del lugar (un mapa hecho desde el pupitre es una suposición, no una escucha); siempre que se pueda, que alguien del territorio hable y el aula calle. Y una advertencia ética: si al escuchar aparecen datos sensibles (una familia afectada, un conflicto del barrio), protéjanlos (nombres, imágenes) antes que la nota. La cartografía convierte el territorio en la primera fuente del aula. Un mapa lleno de preguntas propias vale más que un temario lleno de respuestas ajenas.

◎

Hemos escuchado; ya tenemos una pregunta situada, nacida de la realidad. Pero una pregunta, por buena que sea, todavía no es conocimiento. Para que lo sea, hay que ordenar lo que se observa: medir, registrar, distinguir lo que se sabe de lo que se supone. A esa segunda fase (ordenar la maravilla sin apagarla) dedicamos el próximo capítulo.

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

Del punto en el mapa a una pregunta



Antes de recoger datos, acordar el alcance: qué se necesita saber, para qué y qué información personal conviene no registrar.

CAPÍTULO 11

Sistematización

Convertir lo observado en una memoria que pueda revisarse.

EN EL UMBRAL

Al regresar a una observación, la memoria puede haber cambiado sus detalles. Un registro permite volver al lugar, al momento y a las condiciones de lo que ocurrió. También deja ver lo que faltó anotar. Ordenar esa huella nos invita a cuidar la relación entre la experiencia y lo que afirmamos sobre ella, para que otras personas puedan seguirla, discutirla y continuarla.

¿Qué habría que registrar para que alguien más pudiera comprender nuestra observación?



«Sistematizar es ordenar la maravilla sin apagarla: la bitácora no encierra el asombro, lo hace memoria.»

MILC

Escuchamos el territorio (Cap. 10) y de esa escucha nació una pregunta situada. Pero una pregunta, por buena que sea, todavía no es conocimiento. Entre el asombro y el saber hay un trabajo humilde y decisivo que la escuela suele saltarse con prisa: **ordenar lo que se observa**. A esa segunda fase del ciclo la llamamos Sistematización. Y su reto es delicado: ordenar la maravilla **sin apagarla**.

De la impresión al dato

Cuando un estudiante escucha su territorio, aparecen impresiones, recuerdos, preguntas y relatos: «parece que llueve más que antes», «la quebrada baja sucia», «ya no usamos ese camino». Son puntos de partida valiosos. Sistematizar exige precisar de dónde vienen, registrarlos y decidir cómo contrastarlos. Los **datos** pueden ser mediciones, observaciones descritas, entrevistas o documentos. Su valor como evidencia depende de la pregunta, del procedimiento y de la interpretación, no solo de que estén expresados en números.

El cambio parece pequeño y lo cambia todo. «Parece que llueve más» es una opinión; «en la esquina X el agua subió 12 cm cuando llovió más de una hora» es un dato. Con la opinión no se puede hacer ciencia (se puede discutir para siempre); con el dato, sí (se puede probar, refutar, acumular). Enseñar a un estudiante a dar ese paso (de la impresión al dato) es enseñarle la honestidad básica del oficio: **distinguir lo que cree de lo que midió**. No para desconfiar de su asombro, sino para volverlo defendible.

Hacer revisable la evidencia cambia la conversación: permite preguntar cómo se obtuvo un número, en qué situación se hizo una observación o qué voces faltan en una entrevista. Ningún dato habla solo ni queda fuera de discusión. El estudiante más callado puede apoyar su explicación en un registro que otros examinen; la persona entrevistada puede corregir una interpretación que no la representa. La Sistematización cuida esa posibilidad de discutir con razones y de reconocer los límites de lo que se afirma.

La bitácora: memoria del asombro

La herramienta central de esta fase es la más antigua y la más subestimada: la **bitácora**. Un cuaderno (o su versión digital) donde se registra lo que se observa, cuándo, cómo y con qué. La bitácora tiene mala fama escolar (suena a tarea aburrida). Pero bien entendida es lo contrario de una jaula: es la **memoria del asombro**. Lo que se anota, existe; lo que no se anota, se lo lleva el tiempo. El estudiante que lleva bitácora no está domesticando su curiosidad: la está **guardando** para que no se pierda, para poder volver sobre ella, para poder mostrarla.

Y aquí está el matiz que da título a la fase: sistematizar no es apagar la maravilla, es hacerla **memoria**. Un dato bien registrado no mata el asombro que lo originó: lo conserva y lo vuelve compartible. La bitácora no encierra el sueño; lo pone por escrito para que pueda viajar (a la fase siguiente, a un compañero, a un jurado, a un lector).

No sobra recordar de dónde viene la palabra, porque la etimología enseña. Una bitácora era, en los barcos, la caja fija junto al timón donde se guardaba la brújula y, con ella, el cuaderno donde el navegante anotaba rumbo, viento y novedades de cada jornada. No era un adorno del viaje: era lo que permitía saber dónde se estaba y cómo se había llegado hasta ahí (y, si algo salía mal, reconstruir el camino). El estudiante que lleva bitácora es, en ese sentido antiguo, un navegante: no confía su travesía a la memoria (que es traicionera y adorna), sino que la fija por escrito para no perder el rumbo. La bitácora es la brújula de la investigación: no dice adónde ir, pero dice con exactitud dónde se ha estado, y sin eso ninguna travesía larga es posible.

CONCEPTO MILC

Sistematización (fase 2)

La **Sistematización** organiza registros y los convierte en evidencia pertinente para una pregunta: medir cuando corresponde, describir, comparar y analizar. Su herramienta es la **bitácora**; su ética, distinguir registro e interpretación, reconocer límites y no inventar datos. Puede trabajar con números, relatos, imágenes o documentos. Su fruto es una base que otras personas puedan revisar y discutir.

Por ejemplo, investigar por qué se usa poco un espacio escolar puede combinar un conteo de visitas con observaciones de sus condiciones y conversaciones voluntarias. Conviene anotar fecha y contexto, separar las palabras de los participantes de la interpretación del equipo y buscar también los casos que contradicen la primera explicación. En los registros públicos se omiten datos que permitan identificar a las personas; el docente resguarda los originales que sea necesario conservar.

Una objeción honesta: ¿medir no enfría el asombro?

Sería deshonesto avanzar sin recoger una objeción que muchos maestros sensibles sienten en el cuerpo. ¿No hay algo de traición en medir? El niño que se maravillaba ante la mariposa, ¿no la pierde un poco cuando la reduce a una tabla de datos (envergadura, color, frecuencia de aleteo)? ¿No fue justamente esa pretensión de medirlo todo la que le quitó el encanto al mundo, la que cambió el cielo estrellado por un catálogo y el bosque por un inventario? La objeción tiene raíces respetables: hay toda una tradición que asocia la ciencia con el desencanto, con la maravilla asesinada por el número.

La respuesta del MILC no niega el peligro, lo precisa. Sí existe una forma de medir que apaga: la que mide **en lugar** de asombrarse, la que trata el dato como punto final y no como puerta. El estudiante al que se le pide llenar una tabla que no le importa, sobre algo que no eligió, para una nota que no entiende, efectivamente pierde el asombro (nunca lo tuvo, en realidad; le dieron una planilla, no una pregunta). Pero hay otra forma de medir, la que este capítulo defiende: la que mide **porque** se asombró, para tomarse en serio la maravilla en vez de dejarla evaporarse. Medir la mariposa *que a uno le importa* no la mata: la hace más asombrosa, porque revela regularidades ocultas que la mirada distraída no ve. El desencanto no viene de medir; viene de medir sin haber escuchado antes. Por eso el orden de las fases no es casual: la Sistematización viene *después* de la Escucha, nunca en su lugar. Se mide lo que ya se ama. Y lo que se ama, medido, se ama con más razones.

Cuando el ambiente se dejó medir

La diferencia entre hablar de un problema y medirlo se ve con nitidez cuando el aula le pone sensores a la realidad.

VENTANA AL AULA

De hablar del ambiente a medirlo

(Proyecto EcoTIC, laboratorios de computación física con micro:bit, 2025. Testimonio real; sin nombres.)

Durante años, el ambiente había sido en la escuela un tema del que se *habla* (la contaminación, el cambio climático, el cuidado del entorno). El proyecto EcoTIC dio un paso que lo cambió todo: pasó de **hablar** del ambiente a **medirlo**. Con placas micro:bit y sensores, los estudiantes empezaron a capturar

VENTANA AL AULA
(continúa)

datos reales de su entorno (variables que antes eran solo palabras y que ahora tenían número, fecha y lugar).

Ese pequeño gesto (medir en vez de solo opinar) transformó la relación de los estudiantes con el conocimiento. Ya no repetían lo que decía el libro sobre el ambiente: producían sus propios datos sobre su propio entorno. La maravilla de la naturaleza no se apagó al medirla; al contrario, se volvió más concreta, más suya, más discutible. El asombro se hizo dato, y el dato se hizo memoria (una base sobre la cual seguir investigando).

La escena de *EcoTIC* enseña el corazón de la fase: sistematizar no enfría la curiosidad, la **enfoca**. Un estudiante que mide su entorno no ha dejado de asombrarse: ha ganado la capacidad de sostener su asombro con evidencia (y de compartirlo con alguien que no estuvo ahí). Medir es una forma de tomarse en serio lo que a uno le maravilla.

Hay que reparar en el cambio de lugar que ese proyecto opera en el estudiante, porque es casi una transformación callada. En la escuela tradicional, el estudiante es **consumidor** de datos: recibe los que trae el libro, los que el profesor apunta en el tablero, los que otros midieron en algún lugar lejano y algún tiempo remoto. Su tarea es memorizarlos, no producirlos. EcoTIC invierte esa relación: el estudiante deja de consumir datos ajenos y empieza a **producir** los suyos, sobre su propio entorno, con sus propias manos. Y quien ha producido un dato lo entiende de otra manera que quien solo lo repitió: sabe cuánto cuesta tomarlo bien, cuánto puede engañar uno mal tomado, qué decisiones hubo detrás de cada número. Esa comprensión no se transmite con una explicación; solo se gana midiendo. Por eso la Sistematización, cuando el estudiante mide de verdad, no le enseña solo un contenido: le enseña la desconfianza sana del que sabe cómo se fabrica un dato. Y un ciudadano que sabe cómo se fabrican los datos es mucho más difícil de engañar con cifras (algo que, en un tiempo de números por todas partes, no es un logro escolar menor, sino una forma de libertad).

Pero un instrumento no se domina de una vez, y esta es una verdad que la escuela, con su prisa por «ver el tema», suele olvidar. La primera vez que un estudiante toca un sensor no lo entiende: lo tantea. Se necesita volver, repetir, reencontrarse con la herramienta hasta que deja de ser un misterio y se vuelve una extensión de la mano. Por eso el ecosistema no dio la computación física por «vista» tras una sesión: volvió sobre ella, deliberadamente, en una reinducción.

VENTANA AL AULA

Volver a los sensores (la segunda vez que se entiende)

(Línea de computación física, reinducción micro:bit, 2026. Testimonio real; sin nombres.)

No fue un tema nuevo: fue un **regreso** deliberado. La línea de computación física retomó las placas **micro:bit** para volver sobre lo mismo que ya se había tocado antes (sensores, programación, prototipado), pero esta vez con la calma de la segunda vuelta. La palabra lo dice sin adornos: *reinducción*. Volver a inducir, volver a entrar, volver a poner las manos sobre la herramienta que la primera vez se había tanteado más que comprendido.

Y ahí ocurrió algo que solo ocurre en la segunda vuelta. Lo que en la primera sesión había sido pura novedad (¿cómo se conecta esto?, ¿por qué no responde el sensor?, ¿dónde va este bloque de código?) empezó a volverse oficio. Los estudiantes ya no peleaban con el instrumento: lo usaban. El sensor de temperatura o de luz dejó de ser un enigma para convertirse en lo que siempre debió ser (un modo de capturar la realidad en números). Sistematizar, se vio ahí, no es un talento que se tiene o no se tiene: es una destreza que se **reencuentra**, que se afina volviendo. La primera vez con la micro:bit se asombra uno del aparato; la segunda, ya con el aparato domesticado, se puede por fin asombrar de **los datos** que el aparato revela. La reinducción no repitió el pasado: lo profundizó. Y dejó una lección tranquila sobre el método: no se sistematiza bien de un tirón; se sistematiza bien **volviendo**.

La reinducción con micro:bit dice algo que el resto de la fase da por supuesto y no debería: que la técnica del registro (medir, capturar, ordenar) no se aprende de una vez ni se enseña de corrido. Se aprende como se aprende un oficio, con la mano y con la repetición. El estudiante que la primera vez peleó con el sensor y la segunda ya lo maneja no es más inteligente: es más **practicado**. Y esa práctica (volver sobre la misma herramienta hasta que deja de estorbar) es la que libera la atención para lo que de verdad importa: no el aparato, sino lo real que el aparato deja medir. Sistematizar, al final, es eso: domesticar el instrumento para poder mirar, a través de él, el mundo.

Una placa micro:bit facilita la entrada a la computación física, pero conviene saber qué mide. Estima la luz mediante sus LED y obtiene la temperatura del procesador, que puede servir como aproximación a la temperatura ambiente bajo ciertas condiciones. Para comparar lugares hay que mantener el procedimiento, evitar fuentes de calor que alteren la lectura y contrastar con un instrumento de referencia cuando la pregunta lo requiera (Micro:bit Educational Foundation, s. f.). Un número en la pantalla no garantiza una medición adecuada.

Esa diferencia ofrece una lección fértil: aprender a preguntar qué representa el dato antes de usarlo como prueba.

Y hay un beneficio que no siempre se nombra: la reinducción también repara la desigualdad silenciosa del aula. En la primera vuelta, unos pocos estudiantes (los que ya habían tocado tecnología en casa) corren, y el resto se queda atrás sintiéndose torpe. La segunda vuelta empareja: le da al que no tenía computador en casa la oportunidad de alcanzar al que sí. Volver sobre el instrumento no es perder tiempo repitiendo; es darle a todos, no solo a los aventajados, la práctica que la primera vez no alcanzó para todos. La reinducción es, además de método, un pequeño acto de equidad.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Piense en un tema de su asignatura que sus estudiantes solo «repiten» de memoria. ¿Qué de ese tema podrían **medir** en su propio entorno (en vez de solo estudiarlo)? ¿Y cuántas veces tendrían que **volver** sobre el instrumento (el sensor, la plantilla, el método) antes de que dejara de estorbarles y empezara a servirles?*

PROTOCOLO MILC

Plantilla de bitácora de datos

Propósito: enseñar a convertir impresiones en datos y a guardarlos como memoria del asombro.

1. Tomen la pregunta situada que salió de la Escucha (Cap. 10) y decidan **qué se puede medir** para empezar a responderla (una variable concreta: nivel de agua, temperatura, cantidad de basura, ruido).
2. Adopten una plantilla mínima de registro con cinco columnas: **qué medí | con qué | cuándo | dónde | valor** (y una sexta para notas u observaciones).
3. Midan varias veces (un dato solo no dice nada; la evidencia nace de la repetición y la comparación).
4. Regla de honestidad, no negociable: **se registra lo que se midió, tal cual** (aunque contradiga lo que esperábamos). Ningún dato se inventa ni se «arregla». Un resultado inesperado no es un error: es, muchas veces, el hallazgo.

Variantes y advertencias. No espere que el instrumento se entienda a la primera: como en la reinducción con micro:bit, prevea una **segunda vuelta**

PROTOCOLO MILC
(continúa)

sobre la herramienta antes de exigir datos limpios (el estudiante que aún pelea con el sensor no puede atender al fenómeno). Si no hay sensores ni placas, no se detenga: una regla, un reloj, un vaso graduado, los ojos y una tabla bastan para sistematizar (el método no depende del aparato caro, depende del registro honesto). Cuidado con tres trampas. La primera: «arreglar» el dato que no cuadra con lo esperado (eso no es rigor, es fraude, y mata la investigación desde la raíz); enseñe a celebrar el dato que sorprende. La segunda: medir una sola vez y sacar conclusiones (un dato aislado engaña; solo la repetición muestra el patrón). La tercera: llenar la bitácora sin haber escuchado antes (medir por medir enfría el asombro; se mide lo que importa, no lo que toca en la planilla). Y una advertencia de cuidado: si los datos involucran a personas (encuestas, conteos con nombres), protejan la identidad (consentimiento, códigos y reserva de datos identificables) antes de registrar. La bitácora bien llevada es la prueba de que el asombro se tomó en serio. Cuando llegue el momento de mostrar el trabajo (Parte V), estos datos serán la diferencia entre «yo creo» y «yo lo medí».

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

La evidencia también se escucha y se observa

MEDICIÓN	OBSERVACIÓN	CONVERSACIÓN
Valor, unidad, instrumento y condiciones.	Descripción, fecha, lugar y contexto.	Voz voluntaria, contexto y cuidado de la identidad.

Registrar qué se encontró y distinguirlo de lo que se interpreta. Elegir el tipo de evidencia según la pregunta.

Véase la figura 11, p. 101.

Ya tenemos una pregunta situada (Escucha) y datos que empiezan a responderla (Sistematización). Con eso, el estudiante puede dar el salto más audaz del ciclo: dejar de solo describir lo que hay y **atreverse a proponer**: una explicación, una hipótesis, una solución, un prototipo. A esa tercera fase (el asombro que se atreve a ponerse a prueba) dedicamos el próximo capítulo.

FIGURA 11 · LECTURA VISUAL

Una bitácora que conserva la evidencia

Pregunta que orienta el registro

Qué medí Variable	**Con qué** Instrumento	**Cuándo** Fecha y hora	**Dónde** Punto o lugar	**Valor** Y unidad	**Notas** Condiciones

Repetir y comparar
Conservar las condiciones y registrar los cambios que puedan importar.

Guardar lo inesperado
Anotar la incidencia; revisar el instrumento y la explicación sin alterar el dato.

Un registro útil permite reconstruir qué se midió, cómo, cuándo y dónde, incluidos los datos que sorprenden.

Modelo adaptable a partir de las seis columnas del protocolo. Una fila corresponde a una observación; el valor siempre debe conservar su unidad cuando corresponda.

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

Registrar no es todavía concluir

LO REGISTRADO

Tres mediciones tomadas en un mismo punto, con fecha y condiciones.

LO QUE FALTA SABER

¿La diferencia se repite? ¿Cambió el fenómeno, el instrumento o la forma de medir?

La bitácora permite revisar la explicación porque conserva también las dudas, las condiciones y los resultados inesperados.



CAPÍTULO 12

Proyección

Atreverse a proponer y aprender de la prueba.

EN EL UMBRAL

Una propuesta cambia cuando encuentra resistencia en lo que intenta explicar o resolver. El prototipo falla, una medida sorprende, alguien señala una necesidad que no habíamos considerado. Allí puede empezar un aprendizaje decisivo. Proyectar invita a hacer visible una idea, decidir cómo ponerla a prueba y conservar lo que cada intento enseña para que la siguiente versión tenga mejores razones.

¿Qué estamos dispuestos a revisar cuando ponemos a prueba nuestra propuesta?

«Toda hipótesis es un asombro que se atreve a ser puesto a prueba.»

MILC

Escuchamos el territorio (Cap. 10) y ordenamos lo observado en datos (Cap. 11). Con eso, el estudiante ya no está frente a una impresión borrosa: tiene una pregunta situada y evidencia para empezar a responderla. Llega entonces el momento más audaz del ciclo, el que separa a quien solo describe el mundo de quien se anima a intervenir en él: la **Proyección**. Aquí el asombro deja de solo mirar y se atreve a **proponer**: una explicación, una hipótesis, una solución, un prototipo.

El coraje de proponer

Describir es seguro; proponer es arriesgado. Por eso muchas aulas se quedan en la descripción (el informe que dice «esto es así») y nunca llegan a la propuesta (el trabajo que dice «yo creo que esto se puede explicar, o resolver, así, y lo voy a probar»). La diferencia es enorme, porque proponer implica exponerse: una hipótesis puede fallar, un prototipo puede no funcionar, una solución puede no servir. Y precisamente por eso la Proyección es tan formativa: le enseña al estudiante que **atreverse a equivocarse es parte del oficio**, no su fracaso.

Una hipótesis, en el fondo, es un asombro con coraje: la maravilla que, en lugar de quedarse en la contemplación, se anima a decir «yo creo que esto funciona así» y acepta ponerlo a prueba. El estudiante que formula una hipótesis está haciendo algo profundamente científico y profundamente valiente: comprometerse con una idea sabiendo que la realidad puede contradecirlo. Enseñar a proponer (y a sostener con dignidad el error cuando llega) es enseñar la parte más humana de la ciencia.

Hay que entender por qué esto le cuesta tanto a la escuela, porque el problema no es de los estudiantes: es del sistema que los formó. Durante años les enseñamos que equivocarse es lo peor que puede pasar (la respuesta mala se tacha en rojo, la nota baja, el error se castiga). Y luego, en la Proyección, les pedimos justo lo contrario: que se atrevan a proponer algo que *podría* fallar, que arriesguen una hipótesis sabiendo que la realidad tal vez la desmienta. Es una contradicción pedagógica de fondo. No se puede formar durante diez años a alguien para que le tema al error y esperar que, de pronto, tenga el coraje de exponerse. Por eso la Proyección no es solo una fase técnica del ciclo: es un acto de reeducación emocional. Le pide al estudiante que desaprenda el miedo que la propia escuela le sembró. El maestro que quiere Proyección

genuina tiene primero que hacer del aula un lugar donde equivocarse cueste barato, donde el prototipo que no funciona se celebre como información y no se castigue como fracaso. Sin esa seguridad de fondo, nadie se arriesga a proponer nada.

Del pensamiento al prototipo

En el MILC, la Proyección no se queda en el papel: busca **materializarse**. Una hipótesis se pone a prueba con un experimento; una solución, con un **prototipo**. Y aquí entra un principio querido del modelo: el prototipo **frugal**. No se necesita un laboratorio costoso ni tecnología de punta para proyectar: se necesita ingenio para construir, con lo que hay, una primera versión pequeña y probable de la idea. La restricción de recursos (tan real en nuestras escuelas) no es solo una limitación: bien encarada, es una escuela de creatividad. El que no puede comprar la solución, tiene que **entenderla para construirla**.

El prototipo tiene una virtud pedagógica que el discurso no tiene: **obliga a la realidad a responder**. Se puede argumentar largamente sobre una idea; pero cuando se construye y se enciende, la idea o funciona o no funciona, y en ambos casos enseña. El prototipo que falla no es un proyecto perdido: es información valiosísima (ahora sabemos qué no sirve, y por qué). Proyectar es, en el fondo, entrar en conversación con la realidad: proponerle algo y dejar que ella conteste.

Hay que insistir en la palabra *frugal*, porque encierra una inversión completa de cómo se suele contar la historia de la innovación. El relato dominante dice que para crear hace falta abundancia: los laboratorios relucientes, los equipos caros, la financiación generosa. El principio del prototipo frugal dice lo contrario, y lo dice desde la experiencia de escuelas que nunca tuvieron esa abundancia: la restricción, bien encarada, no impide crear (obliga a crear mejor). Cuando no se puede comprar la solución empaquetada, hay que comprenderla lo bastante para armarla con cartón, cable reciclado y código abierto. Y esa comprensión (la de quien tuvo que entender el sistema para poder construirlo con las manos) es más honda que la de quien solo apretó un botón de un aparato costoso. La frugalidad no es la versión pobre de la innovación: es, muchas veces, su versión más formativa. El estudiante que resuelve con lo que tiene aprende dos cosas al precio de una: el problema y su ingenio para rodearlo.

CONCEPTO MILC

Proyección (fase 3)

La **Proyección** es la tercera fase del ciclo: el paso del asombro ordenado (datos) a la **propuesta** (hipótesis, diseño, solución) y su **puesta a prueba** (experimento o **prototipo frugal**). Su virtud es el coraje (proponer es exponerse) y su método es la construcción con lo que hay (la restricción como escuela de ingenio). Su lección más honda: **el error no es el fin de la investigación, es parte de ella**. Un prototipo que falla enseña tanto como uno que funciona (a veces más).

Una objeción honesta: ¿no es esto glorificar la carencia?

Un lector atento y justo levantará aquí una objeción que no se puede esquivar. ¿No hay algo de conformismo peligroso en celebrar el prototipo frugal? ¿No termina el elogio de «construir con lo que hay» sirviendo de coartada a quienes deberían dotar a las escuelas y no lo hacen? Dicho sin rodeos: ¿no corremos el riesgo de romantizar la pobreza, de convertir la falta de recursos (que es una injusticia) en una supuesta virtud pedagógica que le quita presión al Estado para invertir?

La objeción es legítima y hay que responderla de frente, sin trampa. El MILC no celebra la carencia: la **enfrenta**. Sostener que la restricción puede ser escuela de ingenio no es lo mismo que decir que la restricción es deseable. Un estudiante que resuelve con cartón y cable reciclado demuestra un talento admirable, y a la vez merecería (en estricta justicia) un laboratorio digno; las dos cosas son ciertas al tiempo, y negar la segunda para exaltar la primera sería, en efecto, una coartada. La diferencia está en la actitud frente a lo que no se tiene. Se puede vivir la carencia de dos maneras: como parálisis («no tenemos recursos, así que no hacemos nada») o como acicate («no tenemos recursos, así que hay que pensar más»). El MILC rechaza la primera porque condena a los estudiantes pobres a no investigar nunca (a esperar una dotación que quizá no llegue). Pero jamás usa la segunda para excusar al que debe dotar. Frugalidad, aquí, es dignidad en la espera, no renuncia al reclamo. El aula construye con lo que hay **y** exige lo que le falta. Ambas cosas, a la vez, sin que la primera silencie a la segunda.

Cuando una idea se volvió máquina

Proyectar se entiende mejor cuando una hipótesis de aula se convierte en algo que se enciende y funciona.

VENTANA AL AULA

El riego que se cuidaba solo

(Proyecto «Sistema de riego autónomo», 2017-2019. Testimonio real; sin nombres.)

La propuesta nació de una necesidad concreta del entorno escolar: mantener el riego sin depender de que alguien se acordara de hacerlo. Los estudiantes no se quedaron en describir el problema («las plantas se secan»): se atrevieron a **proponer una solución** y, sobre todo, a **construirla**. Con sensores, electrónica y programación, diseñaron un sistema que medía y regaba por su cuenta.

Ahí estaba la Proyección en estado puro: una hipótesis («si un sensor detecta que el suelo está seco, puede activar el riego») convertida en un prototipo que había que armar, probar, corregir y volver a probar. No bastó con imaginarlo; hubo que hacerlo funcionar en el mundo real (donde los cables se sueltan, los sensores fallan y hay que ajustar). El asombro (¿se podrá automatizar esto?) se atrevió a ponerse a prueba, y en esa prueba los estudiantes aprendieron más que en cualquier explicación: aprendieron a proponer, a construir y a sostener el error hasta convertirlo en solución.

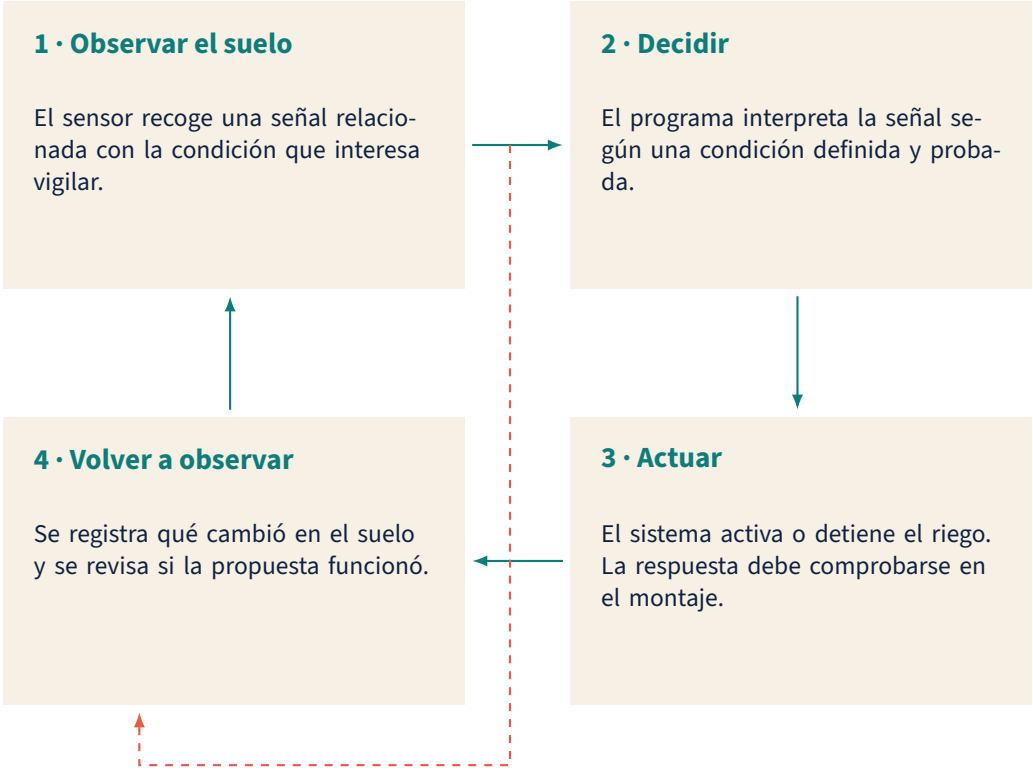
Véase la figura 12, p. 107.

Lo que ahí ocurrió muestra la fase en su forma más tangible: una curiosidad que no se detuvo en la pregunta ni en los datos, sino que se **atrevió a proponer y a construir**. Y muestra también su lección más valiosa: que entre la idea y la máquina que funciona hay un camino de intentos fallidos, y que recorrer ese camino (sin rendirse en el primer error) es, quizá, lo más parecido a formar un investigador.

Pero la Proyección no siempre apunta a regar una planta o medir una quebrada. A veces la propuesta más audaz que un aula puede atreverse a construir no busca resolver un problema de cosas, sino tender un puente entre personas. Cuando el prototipo frugal se cruza con la inteligencia artificial y se pone al servicio de personas cuyas necesidades y decisiones deben orientar la propuesta, la fase alcanza su forma más alta.

FIGURA 12 · LECTURA VISUAL

Del suelo al riego y de nuevo a la prueba



Durante la construcción: probar, registrar el fallo, ajustar y probar de nuevo.

El prototipo convierte una propuesta en una relación que se puede probar, observar y corregir.

Esquema funcional basado en el relato del proyecto. No es un plano del montaje: el texto no especifica placa, conexiones ni umbrales de funcionamiento.

VENTANA AL AULA

HandSpeak: reconocer señas y aprender los límites

(Proyecto HandSpeak, IA para la inclusión, versión 2026. Testimonio real; sin nombres.)

HandSpeak explora una pregunta concreta: ¿cómo reconocer con una cámara un repertorio delimitado de configuraciones y movimientos de las manos? La versión documentada en 2026 trabaja con **27 letras del alfabeto dactilológico de la Lengua de Señas Colombiana y seis señas de cortesía**. Combina el seguimiento de manos con MediaPipe y procedimientos de clasificación y comparación temporal (kNN y DTW). Está concebida para funcionar sin conexión y sin guardar imágenes.

Su alcance necesita nombrarse con cuidado. Reconocer ese repertorio no equivale a traducir conversaciones ni a comprender toda la LSC, una lengua con estructura propia. Las señas de referencia deben proceder de una persona sorda o de un intérprete, y la **validación con la comunidad sorda sigue siendo condición pendiente para su uso en el aula**. El prototipo abre una investigación; todavía no acredita una solución de comunicación lista para ofrecer.

Ahí está su valor formativo: obliga a poner en relación la intención de ayudar con pruebas que puedan sostenerla. El equipo necesita evaluar ejemplos no utilizados al preparar el sistema, observar qué confunde y escuchar a quienes podrían usarlo. Construir también es aprender a decir hasta dónde llega lo construido.

El sistema de riego y HandSpeak plantean problemas distintos, pero ambos exigen comprobar qué hace el prototipo en condiciones concretas. Cuando la propuesta afecta la comunicación entre personas, esa comprobación debe incluir a sus interlocutores. La comunidad sorda no carece de voz ni de lengua: enfrenta barreras de acceso y de comunicación que una herramienta solo puede abordar si reconoce su experiencia y sus decisiones (Instituto Nacional para Sordos, s. f.). Proyectar con otros empieza por escucharlos.

En un clasificador por vecinos cercanos, los ejemplos conocidos sirven de referencia para asignar una clase a un caso nuevo según su semejanza. El propósito no es repetir únicamente lo visto: es **generalizar**, y esa capacidad debe probarse con datos distintos de los utilizados para preparar el sistema (Scikit-learn developers, s. f.). Un conjunto poco diverso puede producir errores desiguales; también influyen la iluminación, la posición de la cámara y la forma de representar el movimiento. Por eso conviene registrar el desempeño, los fallos y las condiciones de la prueba, sin llamar «justa» o «inclusiva» a una herramienta solo por su intención.

La pregunta ética acompaña a la técnica: ¿para quién funciona, en qué situaciones y quién participa en decidir si resulta útil?

Hay, además, una razón por la que HandSpeak encarna el ideal del MILC mejor que casi cualquier otro prototipo. La colección entera insiste en que la ciencia escolar no es un fin en sí misma, sino un modo de habitar y cuidar el mundo. Una aplicación que busca que una persona sorda y una oyente puedan entenderse no es un ejercicio de programación con un tema simpático encima: es tecnología que nace de mirar a quien la sociedad suele no mirar. Y eso cambia la pregunta que ordena todo el proyecto. Ya no es solo «¿funciona?» (la pregunta del ingeniero), sino «¿a quién sirve, y lo estamos haciendo con respeto por esa comunidad?» (la pregunta del MILC). Las dos importan; pero la segunda es la que convierte un buen prototipo en una buena obra. Proyectar, en su forma más alta, es dejar que la pregunta técnica quede al servicio de la pregunta humana.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Piense en un proyecto de sus estudiantes que se quedó en la **descripción** («esto es un problema»). ¿Qué habría hecho falta para que dieran el salto a la **propuesta** («esto se puede resolver así, y lo vamos a probar»)? ¿Y a quién, concretamente, le serviría esa solución si funcionara (qué rostro humano hay detrás del prototipo)?*

PROTOCOLO MILC

Lienzo de prototipo

Propósito: ayudar al estudiante a pasar de los datos a una propuesta que se pueda probar (con lo que hay).

1. A partir de la pregunta y los datos (Caps. 10-11), pídale que formule una **hipótesis o propuesta** en una frase: «yo creo que... / esto se podría resolver si...».
2. En una sola hoja (el lienzo), que responda cuatro cosas: **qué propongo · con qué lo voy a construir (lo más barato posible) · cómo sabré si funciona (qué voy a medir) · qué podría salir mal**.
3. Que construya la **versión más pequeña y barata** que ya permita probar la idea (no la definitiva: la primera).
4. Que la pruebe y registre el resultado en la bitácora (funcione o no). Si falla, que anote **por qué** falló: eso es el insumo de la siguiente versión.

PROTOCOLO MILC
(continúa)

Variantes y advertencias. El lienzo sirve igual para un prototipo físico (un sistema de riego) que para uno de software o inteligencia artificial (como HandSpeak): en ese caso, «con qué lo voy a construir» incluye **los datos de entrenamiento** (¿de dónde salen los ejemplos?, ¿son suficientes?, ¿son diversos?), y «qué podría salir mal» debe incluir el **sesgo** (un modelo que solo vio unas pocas manos fallará con las demás). Tres advertencias. La primera: no dejar que el «qué podría salir mal» paralice; se anota el riesgo para preverlo, no para no empezar (el prototipo frugal es empezar con lo que hay). La segunda, ética y no negociable: si el prototipo involucra a personas o a una comunidad (como la comunidad sorda en HandSpeak), esa comunidad no es un objeto de prueba, es un interlocutor; consúltenla, respétenla, no la usen. La tercera: celebrar el prototipo que falla tanto como el que funciona (si en el aula el error se castiga, nadie se atreverá a proponer nada, y sin propuesta no hay Proyección). El lienzo convierte una idea en algo comprobable. Y la regla del prototipo frugal enseña la mejor lección de la ingeniería: no se necesita tenerlo todo para empezar; se necesita empezar con lo que se tiene.

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

HandSpeak: de la imagen a una prueba

CAPTURAR	**Cámara → representación de la mano.** El sistema procesa rasgos; el prototipo descrito no guarda imágenes.
COMPARAR	**Ejemplos conocidos → clasificación.** La semejanza permite proponer una clase dentro del repertorio preparado.
VALIDAR	**Casos nuevos → registro de aciertos y fallos.** Cambiar condiciones y participantes permite reconocer los límites.

Síntesis del caso del capítulo 12. El repertorio descrito comprende 27 letras dactilológicas y seis señas de cortesía; no equivale a traducir toda la LSC. Su utilidad requiere validación con la comunidad sorda.

FIGURA 13 · LECTURA VISUAL

Un prototipo para aprender

1 · PROPUESTA

¿Qué creemos que podría resolver o explicar el problema?

2 · RECURSOS

¿Con qué materiales, datos y apoyos podemos empezar?

3 · PRUEBA

¿Qué observaremos o mediremos para revisar la idea?

4 · CUIDADOS

¿Qué podría fallar y a quién debemos escuchar o proteger?

Construir → probar → registrar → revisar. Lo aprendido orienta la siguiente versión.

Plantilla de lectura del protocolo del capítulo 12. Las preguntas se completan con la propuesta y la experiencia del equipo.

Hemos recorrido tres fases: escuchamos el territorio, ordenamos la maravilla en datos y nos atrevimos a proponer y construir. Pero el ciclo del asombro no se cierra en el prototipo que funciona. Le falta su gesto más importante, el que le da al MILC su letra «L»: **devolver**. Devolver el saber a la comunidad de la que salió. A esa cuarta fase (la Liberación) dedicamos el próximo capítulo, que cierra la Parte IV.

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

Lo que una primera versión debe dejar

UNA PRUEBA

Qué se intentó y bajo qué condiciones.

UN REGISTRO

Qué ocurrió, incluido lo inesperado.

UNA DECISIÓN

Qué conservar, cambiar o volver a preguntar.

Compartir el proceso permite que otra persona comprenda lo aprendido y cuestione la propuesta. Esa posibilidad prepara la devolución.



CAPÍTULO 13

Liberación

Devolver el conocimiento y escuchar lo que ocurre al compartirlo.

EN EL UMBRAL

La investigación todavía tiene una conversación pendiente cuando termina el informe. Quienes compartieron su tiempo, su experiencia o su preocupación necesitan poder reconocer lo que se comprendió. Volver implica elegir palabras, escuchar objeciones y acordar qué puede hacerse con ese saber. El capítulo invita a pensar la devolución como un encuentro que abre nuevas responsabilidades para la escuela y para quien investiga.

¿Cómo sabremos si el conocimiento volvió de una manera útil para la comunidad?

> *«El saber que no vuelve al territorio del que salió no es conocimiento: es despojo.»*
>
> **MILC**

Hemos recorrido tres fases del ciclo: escuchamos el territorio, ordenamos la maravilla en datos y nos atrevimos a proponer y construir. Un aula convencional se daría por satisfecha aquí (hay pregunta, hay evidencia, hay prototipo: hay «proyecto»). Pero el ciclo del asombro no se cierra en el prototipo que funciona. Le falta su gesto más importante, el que le da al MILC su verdadero apellido. La «L» de MILC no es un adorno: es **Liberadora**. Y la liberación tiene una forma concreta en esta cuarta fase: **devolver**.

El conocimiento que vuelve

¿Devolver qué, y a quién? Devolver el saber a la comunidad de la que salió. Si la investigación nació escuchando un problema del territorio (Cap. 10), es a ese territorio a donde el conocimiento debe regresar. Un saber que se produce con la comunidad pero se queda en el cuaderno del estudiante (o peor, se lleva lejos y no vuelve) traiciona su origen. Por eso la afirmación fuerte de este capítulo, la del epígrafe: el conocimiento que no vuelve al territorio del que salió no merece llamarse conocimiento; es, en el fondo, una forma de **despojo** (extraer el saber de un lugar sin devolverle nada).

Aquí el MILC hereda una convicción central de la investigación-acción participativa colombiana: no se investiga **sobre** las comunidades (como quien las estudia desde afuera, para su propio beneficio académico), sino **con** ellas y **para** ellas. Fals Borda lo hizo bandera: la ciencia útil es la que se construye con el pueblo y le sirve al pueblo, no la que lo usa como objeto de estudio y se marcha (Fals Borda, 2009). Trasladado al aula: la investigación escolar se completa cuando el estudiante **le devuelve** a su comunidad lo que aprendió (se lo cuenta, se lo enseña, lo pone a su servicio). Investigar, en el MILC, no termina en el saber: termina en el **compartir el saber**.

Conviene desplegar por qué Fals Borda insistía tanto en esa preposición (el *con* y el *para*, en lugar del *sobre*), porque no era un detalle gramatical: era una denuncia. Había visto demasiada «ciencia» que llegaba a las comunidades campesinas como quien va a una mina: extraía lo valioso (los datos, los testimonios, el saber ancestral), se lo llevaba a la universidad lejana, publicaba con ello una carrera académica y no devolvía nada al lugar que lo había hecho posible.

Esa investigación, denunciaba, reproducía en el terreno del conocimiento la misma lógica del despojo que se daba en el terreno de la tierra: unos pocos se enriquecen con lo que muchos produjeron. Por eso su propuesta no era solo metodológica sino ética: la comunidad no es una cantera de datos, es un sujeto que sabe, y la investigación honesta le devuelve lo que le sacó, aumentado. Trasladada al aula, la lección es incómoda y necesaria: un proyecto escolar brillante que gana premios y luego se archiva, sin volver nunca al barrio o a la escuela que lo inspiró, ha cometido (a pequeña escala) el mismo despojo que Fals Borda denunciaba. La Liberación es el antídoto: el saber vuelve, o no fue saber, fue extracción.

Liberar es doble

La palabra «liberación» apunta, en esta fase, en dos direcciones a la vez.

Libera al **conocimiento**, que deja de estar encerrado (en un cuaderno, en una cabeza, en una nota) y sale a circular, a servir, a transformar. Un saber compartido es un saber que por fin hace algo en el mundo.

Y libera al **estudiante**, que en el acto de devolver deja de ser un receptor de conocimiento (el «recipiente» de la educación bancaria, Cap. 4) y se descubre **productor y donante** de saber. El día en que un estudiante le enseña a otro (o a su comunidad) algo que él investigó, cruza una frontera: ya no es alguien a quien se educa, es alguien que educa. Esa es la liberación más honda del MILC: no la de recibir un conocimiento liberador, sino la de **volverse capaz de producirlo y darlo**.

Hay una razón pedagógica profunda por la que devolver libera al que devuelve, y no es solo un asunto de autoestima. Se sabe, desde hace mucho, que no hay forma más exigente de comprender algo que tener que enseñarlo. Quien solo estudia puede engañarse creyendo que entendió; quien tiene que explicarlo ante otros descubre, en carne propia, los huecos de su comprensión (las preguntas que no había previsto, las conexiones que no tenía claras, lo que creía saber y solo sabía repetir). Por eso el estudiante que libera su saber no está haciendo un favor unilateral a la comunidad: está completando su propio aprendizaje. Enseña, y al enseñar aprende de verdad, muchas veces por primera vez. La Liberación, entonces, no es un apéndice altruista pegado al final del ciclo: es la fase donde el estudiante consolida (probándolo ante otros) el conocimiento que las fases anteriores solo habían esbozado. Se devuelve para servir a la comunidad; y, en el mismo gesto, se termina de aprender.

CONCEPTO MILC

Liberación (fase 4)

La **Liberación** es la cuarta fase del ciclo y la que le da al MILC su «L» (Liberadora): **devolver el saber** a la comunidad de la que salió (enseñarlo, compartirlo, ponerlo a su servicio). Su principio es investigar *con* y *para* el territorio, no *sobre* él (Fals Borda, 2009). Libera dos veces: al **conocimiento** (que sale a circular y a servir) y al **estudiante** (que pasa de recipiente a productor y donante de saber). Un ciclo sin Liberación es una investigación incompleta: sabe, pero no devuelve.

Una objeción honesta: ¿y si la comunidad no la pide?

Un maestro con experiencia levantará aquí una objeción que conviene tomar en serio. ¿No hay algo de presunción en «devolverle» a la comunidad un saber que quizá no pidió? ¿No corremos el riesgo de que la Liberación se vuelva una forma sutil de paternalismo (unos estudiantes que «bajan» a ilustrar a un barrio, convencidos de que traen luz a quienes viven a oscuras)? La denuncia de Fals Borda contra la investigación extractiva, ¿no podría volverse, mal entendida, su contrario: una investigación que impone en vez de extraer?

La objeción es fina y protege algo importante. La respuesta está, otra vez, en el orden de las fases. La Liberación no es la primera fase, es la última: llega **después** de la Escucha. Y quien escuchó de verdad al territorio (quien dejó que el problema emergiera de la comunidad y no del temario) no llega al final a «iluminar» a nadie: llega a devolverle a esa comunidad algo que ella misma ayudó a hacer nacer. La diferencia entre liberar y adoctrinar está en si hubo escucha al principio. El estudiante que investigó *con* su comunidad y le devuelve el resultado no le impone un saber ajeno: le restituye, elaborado, un saber que era en parte suyo. Por eso el ciclo es ciclo y no una línea recta: la Liberación cierra donde la Escucha abrió. Si al devolver aparece la tentación del paternalismo, casi siempre es señal de que la Escucha inicial fue débil (se investigó *sobre* y no *con*). La cura no es dejar de devolver: es haber escuchado mejor. Liberar bien es devolver lo que se recibió, no repartir lo que se cree tener de más.

Cuando la estudiante se volvió maestra

La Liberación se ve con toda claridad cuando quien aprendió sale de su aula a enseñarle a otra comunidad.

VENTANA AL AULA

Luisa lleva las estrellas a otra escuela

(Taller de constelaciones en la IE Alfonso López Pumarejo, 2024. Testimonio real; alias de primer nombre.)

Luisa no se quedó con lo que aprendió sobre el cielo. Lo llevó afuera: condujo un **taller de constelaciones en otra institución educativa**, ante estudiantes que no eran sus compañeros. Lo que había investigado en su semillero (la astronomía que la apasionaba) lo **devolvió** en forma de conocimiento compartido con una comunidad más amplia que la suya.

En ese acto, Luisa completó el ciclo. Su curiosidad había escuchado, sistematizado y proyectado; ahora **liberaba** ese saber, poniéndolo al servicio de otros. Y en el mismo gesto se transformó ella: la estudiante que había aprendido se volvió, ante otros, la que enseña. No recibió un diploma que la certificara como divulgadora; se volvió divulgadora **haciéndolo**. Eso es la Liberación: el saber que sale del aula a hacer bien, y el estudiante que, al darlo, se descubre capaz.

La escena de *Luisa* cierra el ciclo del asombro en su punto más alto. El conocimiento de Luisa no se quedó encerrado en una nota ni en un cuaderno: salió a otra escuela, a otras miradas, a hacer algo en el mundo. Y Luisa, al darlo, dejó de ser solo alumna. Ese doble movimiento (el saber que se libera y el estudiante que se libera al darlo) es lo que distingue a una investigación *liberadora* de una simplemente correcta.

Y conviene decir algo sobre lo que le cuesta a la escuela llegar hasta aquí, porque no es poco. Casi toda la maquinaria escolar está montada para el movimiento contrario al de la Liberación: para que el saber **entre** en el estudiante, no para que **salga** de él. Se evalúa lo que el estudiante retuvo, no lo que fue capaz de dar; se premia al que absorbe, no al que reparte. Llegar a la Liberación exige, por eso, invertir el sentido de la corriente: dejar de preguntar solo «¿cuánto sabe este estudiante?» para empezar a preguntar «¿qué ha hecho con lo que sabe, a quién le ha servido?». Es un cambio de mirada tan pequeño como enorme, porque redefine qué es aprender. En el MILC, aprender no se completa cuando el saber entra: se completa cuando el saber vuelve a salir, transformado en algo que sirve a otros. Un estudiante que sabe mucho y no devuelve nada tiene, para este modelo, una investigación a medias. Uno que sabe menos pero lo devuelve, lo enseña, lo pone a circular, ha recorrido el ciclo entero. La vara con que el MILC mide el aprendizaje no es la acumulación: es la devolución.

Devolver el saber no siempre es ir a enseñarlo a otra escuela; a veces es subir a un escenario, ante extraños, y contar en voz alta lo que se investigó. Ese escenario (una universidad, un encuentro de semilleros, un auditorio lleno de gente que no conoce a nadie) es una forma

exigente de Liberación: el estudiante libera su saber exponiéndolo al mundo, y en ese acto se libera también del miedo a la propia voz. Así lo vivieron dos estudiantes del semillero cuando salieron de su institución a representar, ante otros, lo que sus líneas de investigación habían construido.

VENTANA AL AULA

Sebastián y Luisa presentan afuera

(Primer Encuentro Rotario de Semilleros STEAM, Universidad del Valle sede Cartago, 2024. Testimonio real; alias de primer nombre.)

El escenario ya no era el aula de siempre: era una **universidad**, ante un público de otros semilleros, otros colegios, otros maestros. En el **Primer Encuentro Rotario de Semilleros STEAM**, en la Universidad del Valle sede Cartago, dos estudiantes del ecosistema subieron a devolver, en voz alta y ante extraños, lo que sus líneas habían investigado. **Sebastián** presentó la **robótica**; **Luisa**, la **astronomía**.

No iban a recibir una clase: iban a darla. Lo que durante meses habían escuchado, sistematizado y proyectado dentro del semillero, ahora tenían que **liberarlo** afuera, poniéndolo en palabras claras para quien no había estado en su proceso. Y ahí ocurrió la doble liberación que define la fase. Se liberó el **conocimiento**: la robótica y la astronomía del semillero salieron de la institución y circularon en un escenario académico, disponibles para otras comunidades curiosas. Y se liberaron los **estudiantes**: Sebastián y Luisa dejaron de ser, por un rato, alumnos que reciben, para volverse divulgadores que dan. Presentar afuera, ante desconocidos, en una universidad, es cruzar una frontera que ningún examen hace cruzar (la de sostener con la propia voz, ante el mundo, un saber que uno construyó). No los certificó un diploma como voceros de la ciencia escolar: los volvió voceros el hecho de subir y hablar. La investigación había vuelto a la comunidad, ampliada; y dos estudiantes descubrieron, en el mismo acto, que eran capaces de representar lo suyo ante cualquiera.

La escena del Encuentro Rotario amplía lo que Luisa ya había mostrado en la otra escuela: que liberar el saber tiene muchas formas, y una de las más altas es representarlo ante el mundo. Cuando Sebastián sube a hablar de robótica y Luisa de astronomía en una universidad, ante públicos que no los conocen, no están «participando en un evento»: están cerrando el ciclo del asombro en su gesto más público. El saber que nació escuchando el territorio vuelve a la comunidad (ampliada ahora a otros semilleros, otros colegios, otra ciudad), y los estudiantes

que lo devuelven se descubren, ante desconocidos, capaces de sostener lo suyo. Esa es la Liberación en su forma más visible: no el saber que se guarda, sino el que se sube a un escenario a servir; no el alumno que recibe, sino el joven que, hablando ante el mundo, se vuelve dueño de su voz.

Merece atención un efecto de la Liberación que suele pasar inadvertido y que, sin embargo, transforma escuelas enteras: el ejemplo que dejan quienes suben al escenario. Cuando un estudiante de una institución pública ve a un compañero suyo (no a un profesor lejano, no a un experto de televisión, sino a alguien de su mismo colegio, de su mismo barrio, con su mismo acento) hablando de robótica o de astronomía en una universidad, algo se desbloquea en su cabeza. Deja de ser impensable. «Si él pudo, yo puedo» no es una frase de cartel motivacional: es un cálculo silencioso que un joven hace cuando ve a alguien parecido a él haciendo lo que creía reservado a otros. Por eso la Liberación tiene un alcance que va más allá del estudiante que devuelve y de la comunidad que recibe: alcanza también a los que miran desde abajo, a los más pequeños del semillero, que ese día descubren un horizonte que nadie les había mostrado. Sebastián y Luisa, al presentar afuera, no solo liberaron su propio saber; le abrieron la puerta a los que vienen detrás. Esa es, quizá, la forma más generosa de la «L» del MILC: liberar no solo el conocimiento y a quien lo devuelve, sino la imaginación de toda una comunidad sobre lo que sus jóvenes son capaces de hacer. Un semillero se sostiene en el tiempo, sobre todo, porque los mayores le muestran a los menores que el escenario también es suyo.

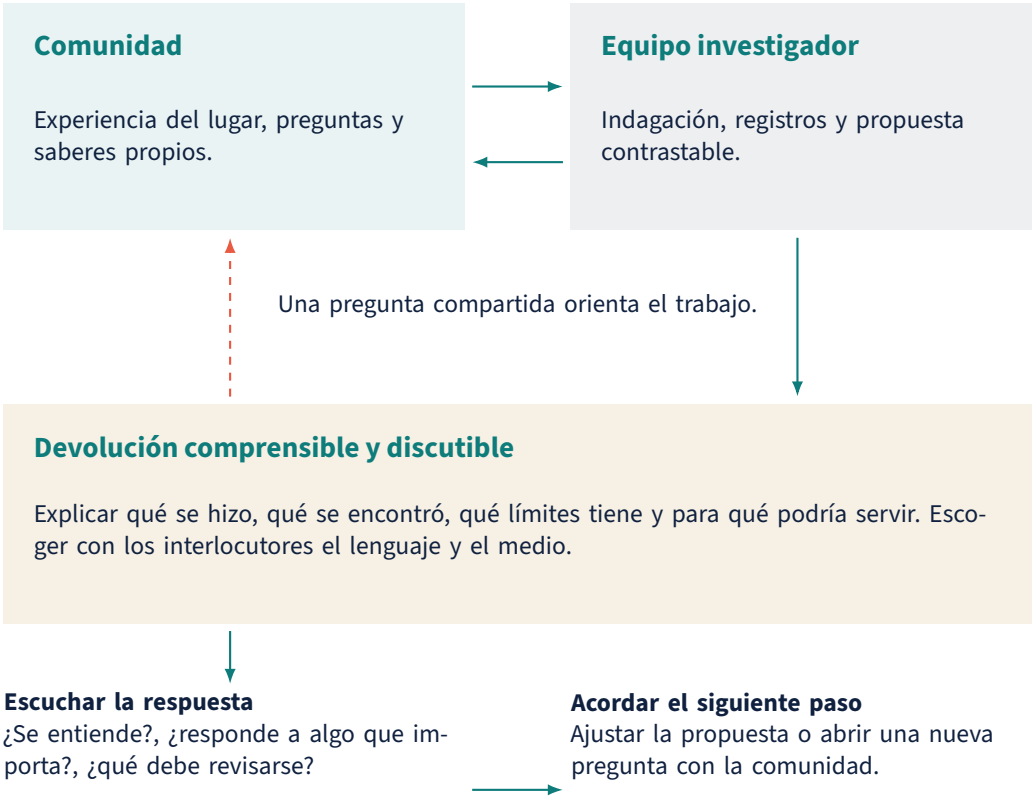
PREGUNTA MAYÉUTICA

Piense en el último buen trabajo de investigación de un estudiante suyo. ¿A quién, fuera del aula, le habría servido ese saber? ¿Y tuvo alguna vez ese estudiante la oportunidad de ***sostenerlo con su propia voz*** *ante desconocidos (otra escuela, un encuentro, un auditorio), o se quedó archivado para una nota?*

Véase la figura 14, p. 119.

FIGURA 14 · LECTURA VISUAL

Devolver, escuchar y volver a preguntar



La devolución cobra sentido cuando la comunidad puede comprender, discutir y orientar lo que se hace con el conocimiento.

Síntesis del capítulo 13. Difundir un resultado abre la conversación; escuchar la respuesta permite continuarla.

PROTOCOLO MILC

Plan de devolución

Propósito: asegurar que ninguna investigación termine en el cuaderno; que todo saber vuelva al territorio (cerrar el ciclo con Liberación).

1. Antes de dar por «terminado» un proyecto, pídale al estudiante que responda tres preguntas: **¿a quién le sirve esto?**, **¿en qué formato se lo puedo devolver?** (una charla, un taller, una cartilla, un video, una jornada comunitaria), **¿qué me comprometo a hacer?**
2. Que el formato de devolución sea real y cercano: enseñarlo a un curso menor, a la familia, a un vecino, a otra escuela (como Luisa), o presentarlo en un escenario externo (como Sebastián y Luisa en el Encuentro Rotario).
3. Realicen la devolución y regístrenla (con fotos o testimonios, siempre con consentimiento y usando solo el primer nombre de los estudiantes).
4. Cierren preguntándose: ¿el saber sirvió?, ¿qué aprendió el estudiante al **enseñar** lo que investigó? ¿Qué pregunta nueva apareció al explicarlo?

FIGURA 15 · LECTURA VISUAL

Elegir cómo devolver el saber

INTERLOCUTOR	QUÉ NECESITA	FORMATO POSIBLE
Quien vive el problema	Comprender y discutir lo encontrado	Conversación o taller
Quien puede usar el saber	Orientaciones claras y sus límites	Guía o demostración
Quien quiere continuar	Pregunta, registros y decisiones	Bitácora o informe

Opciones orientativas del capítulo 13. El formato se acuerda con sus interlocutores y debe permitir preguntas y respuesta.

PROTOCOLO MILC
(continúa)

Variantes y advertencias. Gradúe la exigencia de la devolución según el estudiante: para quien apenas se atreve, empiece por un público amable y cercano (un curso menor, la familia); para quien ya tiene rodaje, proponga el salto al escenario externo (un encuentro de semilleros, una universidad, como Sebastián y Luisa). No lance a nadie sin preparación a un auditorio grande: la Liberación libera cuando se logra, pero una exposición para la que el estudiante no estaba listo puede sembrar miedo en vez de voz; acompañe, ensaye con él, esté cerca. Tres advertencias. La primera, ética y no negociable: toda devolución con registro (fotos, video, nombres) exige **consentimiento** y **solo primer nombre** de los estudiantes; la comunidad y los menores no son material publicitario. La segunda: cuide que la devolución no se vuelva paternalismo (si el aula «baja» a ilustrar a un barrio, revise si de verdad escuchó a ese barrio al principio; se devuelve lo que se recibió, no se reparte lo que se cree tener de más). La tercera: no confunda «participar en un evento» con liberar; presentar afuera solo es Liberación si el estudiante devuelve un saber **propio**, construido en el ciclo, no un guion prestado. La devolución no es un anexo del proyecto: es su culminación. Un ciclo del asombro que no devuelve se quedó a mitad de camino. Uno que devuelve, libera dos veces.

◎

Con la Liberación cerramos la Parte IV y el ciclo completo del asombro: escuchar, sistematizar, proyectar, liberar. Pero el ciclo, por sí solo, corre el riesgo de girar dentro del aula. Para que el asombro gane de verdad su rigor y su alcance, necesita **salir al mundo**: a las campañas de ciencia real, a las convocatorias, a las ferias, a las publicaciones. Necesita **arenas**. A ellas (donde el sueño, por fin, se mide con lo real y encuentra un rigor que el maestro no tiene que imponer) dedicamos la Parte V, el corazón práctico de este tomo.

FIGURA 16 · LECTURA VISUAL

Las huellas que deja el ciclo

Una investigación puede contar su camino mostrando las huellas que dejó.

1

ESCUCHA

¿Qué necesita comprender el territorio?

Una pregunta situada y las voces que ayudaron a formularla.

2

SISTEMATIZACIÓN

¿Qué observamos y cómo lo sabemos?

Registros ordenados, condiciones de observación y dudas abiertas.

3

PROYECCIÓN

¿Qué proponemos y cómo lo probamos?

Una propuesta, su prueba y las decisiones tomadas al revisarla.

4

LIBERACIÓN

¿A quién vuelve lo aprendido?

Una devolución comprensible y lo que la comunidad respondió.

Con estas huellas, el proyecto puede salir al mundo, explicar sus decisiones y abrirse a otras miradas.

Síntesis de los capítulos 10–13. Son evidencias para conversar y revisar el proceso; el recorrido admite volver a fases anteriores.

V

PARTE V

Las arenas de la ciencia real

Donde el sueño encuentra otras miradas: ciencia ciudadana, convocatorias, ferias y publicaciones.



HopeLine Connect · segundo puesto, Feria de Energía de Pereira.
Interpretación pictórica de una fotografía aportada por el autor.

FIGURA 17 · LECTURA VISUAL

Cuatro arenas, cuatro formas de compartir

Ciencia ciudadana

Qué se aporta
Observaciones o datos sujetos a un protocolo común.

Con quién se contrasta
Una red o programa científico.

Qué se aprende
Consistencia y rigor del registro.

Capítulo 14

Convocatorias

Qué se presenta
Una propuesta y sus evidencias dentro de un reto definido.

Con quién se contrasta
Evaluadores y participantes.

Qué se aprende
Estructura y planificación.

Capítulo 15

Ferias de ciencia

Qué se comparte
El recorrido de la investigación y su sustentación pública.

Con quién se contrasta
Jurados, pares y visitantes.

Qué se aprende
Argumentar y responder.

Capítulo 16

Publicaciones

Qué se comparte
Un texto que hace localizables la pregunta, las fuentes y el trabajo.

Con quién se contrasta
Editores, revisores y lectores.

Qué se aprende
Autoría y comunicación.

Capítulo 17

Cada arena ofrece una forma distinta de contrastar y compartir la investigación; la elección depende del trabajo y de sus interlocutores.

Mapa de lectura de los capítulos 14–17. Las condiciones de entrada se confirman en cada programa; estas cuatro vías pueden combinarse.

CAPÍTULO 14

La ciencia ciudadana

El rigor prestado.



EN EL UMBRAL

Un registro escolar puede encontrarse con muchos otros y contribuir a una pregunta compartida. Para que ese encuentro sea posible, importa cómo se observa, qué se anota y qué condiciones se respetan. Entrar en una investigación colectiva permite comprender esas exigencias desde su propósito. La participación empieza a cobrar sentido cuando el estudiante reconoce qué aporta y por qué su cuidado importa.

¿Qué cambia cuando un dato producido en el aula puede servir a una investigación real?

«Ciencia ciudadana: el estudiante acepta el protocolo no porque lo obliguen, sino porque quiere entrar a algo verdadero.»

MILC

Entramos en la Parte V, y con ella en lo que quizá sea el aporte más práctico de este tomo. Hemos dicho que la escuela debe darle método al asombro sin domarlo (Parte III) y hemos recorrido el ciclo por el que una curiosidad se vuelve investigación (Parte IV). Pero queda una pregunta incómoda: si el rigor no lo debe **imponer** el maestro (porque imponerlo es domar), ¿de dónde sale entonces? ¿Quién le pone el estándar a la investigación escolar sin apagarla?

La respuesta es el corazón de esta parte: el rigor no baja de la autoridad del profesor, **sube del deseo del estudiante de pertenecer a algo real**. Y ese «algo real» tiene lugares concretos donde ocurre: las **arenas de la ciencia real**. Son cuatro (la ciencia ciudadana, las convocatorias, las ferias y las publicaciones), y a cada una dedicamos un capítulo. Empezamos por la primera, la que presta el rigor más puro: la **ciencia ciudadana**.

El rigor que no se impone: se pide para entrar

En una campaña de ciencia ciudadana, personas comunes (incluidos estudiantes de colegio) aportan datos reales a una investigación científica auténtica. Y aquí ocurre algo pedagógicamente extraordinario. Para que sus datos sirvan (para que realmente entren a la base mundial, para que cuenten), el estudiante tiene que seguir un **protocolo estricto**: medir de cierta forma, en cierto momento, con cierto cuidado. Ese protocolo es tan exigente como el que impondría el más severo de los profesores. Pero hay una diferencia decisiva: **el estudiante no lo cumple porque lo obliguen, lo cumple porque quiere entrar**. El rigor deja de ser un castigo del maestro y se vuelve el **precio de admisión a algo verdadero**.

Esta es la solución elegante al problema de «dar método sin domar». La escuela bancaria impone el rigor (y así lo vuelve odioso); la ciencia ciudadana hace que el estudiante lo **desee** (porque es la llave para pertenecer a una comunidad científica real). Lo llamamos **rigor prestado**: el protocolo no lo pone el docente, lo presta un programa científico auténtico, y el estudiante lo abraza voluntariamente porque le abre la puerta de la ciencia real. El mismo joven que protestaría ante la exigencia de su profesor sigue con devoción el protocolo de la NASA, porque una cosa se siente como tarea y la otra como privilegio.

Expliquemos por qué esto funciona, porque no es magia ni suerte, sino psicología del aprendizaje bien entendida. Cuando el rigor lo impone la autoridad, el estudiante lo vive como algo que *le hacen*: una carga que viene de afuera, contra la que la reacción natural es resistir, negociar o escaquearse. La motivación es entonces externa (hacer lo mínimo para evitar el castigo o alcanzar la nota) y, como toda motivación externa, se apaga en cuanto desaparece el vigilante. Pero cuando el mismo rigor es la condición para entrar a un lugar que el estudiante quiere habitar, cambia de dueño: ya no es algo que le hacen, es algo que él *elige hacer* para pertenecer. La motivación se vuelve interna, y la motivación interna no necesita vigilante: se sostiene sola. El protocolo de la NASA no es más suave que el examen del profesor (suele ser bastante más duro); lo que cambia no es la exigencia, es **de quién siente el estudiante que es la exigencia**. Ese desplazamiento (de la obligación impuesta al requisito deseado) es la palanca pedagógica más poderosa de toda esta parte.

Un mapa de puertas reales

Las rutas de entrada son diversas y sus condiciones cambian. **IASC** ofrece campañas de búsqueda de asteroides sin cobro por el servicio, con formación en Astrometrica y revisión de los reportes. **GLOBE** aporta protocolos de observación del sistema Tierra, como el de nubes. **iNaturalist** y **eBird** permiten compartir observaciones de biodiversidad, cada uno con sus reglas de registro y validación; eBird documenta jornadas como el Global Big Day (eBird, 2024, 2025). En el Valle del Cauca también puede consultarse la **Red de Clubes de Observadores de Aves de la CVC** (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, 2025). El Atlas de Arenas reúne las fuentes y los cuidados de entrada. Elegir una ruta exige revisar equipos, conectividad, acompañamiento, permisos y costos locales, además de la pregunta que interesa al grupo.

Merece subrayarse un rasgo del mapa que suele pasar inadvertido: la mayoría de estas puertas son **gratuitas y locales**, o cercanas. No hacen falta convenios internacionales ni presupuestos que un colegio público no tiene. Un docente de Cartago puede, esta misma semana, crear una cuenta de aula, leer un protocolo y empezar a aportar datos que servirán a una base científica real. La barrera nunca fue el dinero ni la distancia: fue creer que la ciencia de verdad ocurre en otra parte, lejos, con gente distinta. La ciencia ciudadana desmiente esa creencia con hechos. La ciencia de verdad puede empezar en el patio del colegio, con un ave, un asteroide en una imagen o una medición del cielo.

Hay, además, una virtud pedagógica en la variedad del mapa que conviene aprovechar. No todas las campañas piden lo mismo, y esa diversidad permite encontrarle a cada estudiante (y a cada territorio) la puerta que le calza. El que se pierde en la abstracción de las estrellas

quizá se encienda contando aves en el humedal de su barrio; el que no distingue un pájaro de otro tal vez se enganche buscando asteroides en una pantalla; el aula sin equipo puede empezar con el protocolo de nubes de GLOBE, aprendiendo a observar cobertura y tipos de nubes; otros protocolos requieren instrumentos específicos. La ciencia ciudadana no obliga a que todos amen lo mismo: ofrece un abanico de rigores, cada uno con su puerta, para que el asombro de cada estudiante encuentre el suyo. Y esa es, en el fondo, una lección sobre la ciencia misma: no es un solo camino, sino muchos, y todos empiezan por prestar atención a algo real y anotarlo con cuidado.

CONCEPTO MILC

El rigor prestado

Llamamos **rigor prestado** al que aportan las campañas de ciencia ciudadana: el protocolo científico no lo impone el maestro, lo presta un programa real (IASC, GLOBE, NaturaLista, eBird...), y el estudiante lo cumple voluntariamente porque es la condición para **pertenecer a una comunidad de rigor** auténtica. Resuelve la tensión central del tomo (dar método sin domar): el rigor deja de ser exigencia externa y se vuelve precio de admisión deseado. El aula no baja el estándar de la ciencia real: lo toma prestado.

Una objeción honesta: ¿y si el estudiante solo quiere el diploma?

Antes de seguir conviene hacerle sitio a una objeción, porque es sensata y merece respuesta. Alguien podría decir: «Todo esto suena bien, pero ¿no es una ingenuidad? Al fin y al cabo, muchos estudiantes seguirán el protocolo no por amor a la ciencia, sino por el certificado, la foto o el prestigio de decir que trabajaron con la NASA. El rigor prestado seguiría siendo, entonces, una motivación externa disfrazada.» La objeción es válida y no hay que esquivarla. Sí: algunos estudiantes entrarán al principio por el diploma, por la novedad o por la insignia. Sería falso pretender que todos llegan movidos por una vocación pura.

Pero aquí está el punto que la objeción no ve: **el rigor prestado funciona aunque la motivación inicial sea impura**. La diferencia con la nota escolar es que el protocolo de ciencia ciudadana no admite trampa. Para obtener el certificado, el estudiante tiene que *de verdad* medir bien, observar con cuidado, reportar con honestidad; no hay atajo, porque sus datos entran a una base real que otros usarán. De modo que, aun quien entró por el diploma, termina **practicando el rigor de verdad** durante semanas. Y el rigor practicado deja huella: muchos que empezaron por la insignia descubren, en el camino, el placer de que sus datos

cuenten, de pertenecer a algo que los excede. La motivación externa fue la puerta; la interna llegó adentro. Eso es, exactamente, lo contrario de lo que hace la nota, que premia el resultado sin garantizar el proceso. Aquí el proceso es innegociable, venga uno por lo que venga. Por eso la arena educa aunque no todos entren por las razones ideales: obliga a hacer ciencia real para conseguir cualquier recompensa.

Cazadores de asteroides

Que esto funciona lo demuestra un grupo de estudiantes que se puso a buscar asteroides reales.

VENTANA AL AULA

Buscar asteroides desde el salón

(Campañas de la International Astronomical Search Collaboration, 2024 y continuidad en 2026. Testimonio real; alias de primer nombre.)

El semillero de astronomía entró en las campañas de la **IASC**, aliada de la NASA: recibir paquetes de imágenes reales del cielo y analizarlas en busca de objetos en movimiento (asteroides). No era una simulación escolar; era el mismo trabajo que hacen astrónomos en todo el mundo, con el mismo software y el mismo protocolo. En las tres campañas de 2024, el registro institucional consigna la certificación de **dieciséis estudiantes**. La participación continuó en años posteriores, con nuevos liderazgos.

Y aquí lo notable: el protocolo dio una finalidad concreta al rigor. Para que un posible asteroide «contara», había que seguir el protocolo al pie de la letra, y los estudiantes lo hicieron con una disciplina que el relato docente vincula al deseo de participar en una investigación real. La continuidad lo confirmó: en 2026, **Tomás** lideró una nueva campaña y, junto a **Matías**, capacitó a estudiantes de otra jornada. El rigor se había vuelto cultura, y hasta hubo registros en los archivos de preliminares (que la ciencia, con su prudencia, solo confirma tras la verificación de los organismos competentes). Lo cierto, más allá de cualquier hallazgo, es lo pedagógico: unos jóvenes abrazaron el rigor de la ciencia real porque querían pertenecer a ella.

Ese episodio es la tesis de la Parte V hecha experiencia: el rigor más severo se volvió deseable en el instante en que dejó de ser una imposición del aula y se convirtió en la llave de algo verdadero. Ningún profesor «domó» a esos estudiantes; una comunidad científica real los invitó, y ellos pagaron con gusto el precio de entrada, que era el rigor.

Cuando la puerta la abre otra escuela: el puente hacia la universidad

Hay una variante de esta arena que merece un lugar propio, porque muestra que la comunidad de rigor a la que el estudiante quiere pertenecer no siempre está al otro lado del mundo: a veces está a una hora de camino, en una universidad de la región. La ciencia ciudadana presta el rigor de un protocolo internacional; pero una **afiliación entre semilleros** presta algo complementario y muy poderoso: la certeza de que uno ya no está solo, de que hay otros (más grandes, con más recursos, más adelante en el camino) que hacen lo mismo y abren su puerta. La siguiente Ventana narra ese momento en la historia de Betelgeuse.

VENTANA AL AULA

Betelgeuse se afilia al Club Orión

(Semillero Betelgeuse, afiliación al Club Orión de la Universidad Tecnológica de Pereira, 2020-2021. Testimonio real; alias de primer nombre.)

El semillero de astronomía Betelgeuse había nacido en el peor momento para soñar (en plena pandemia, con las aulas cerradas), y sin embargo no se apagó. Pero un semillero escolar, por vivo que esté, necesita algo que el colegio solo no puede darle: una comunidad más ancha donde su asombro encuentre eco y estándar. Ese algo llegó cuando Betelgeuse se **afilió al Club Orión**, el semillero de astronomía de la **Universidad Tecnológica de Pereira (UTP)**.

La afiliación fue un puente. De un lado, unos estudiantes de colegio público del norte del Valle, con más preguntas que instrumentos. Del otro, un semillero universitario con trayectoria, con gente que llevaba años mirando el cielo con método. Cruzar ese puente le dio a **Juan** y a sus compañeros algo que ningún examen les habría dado: la sensación de que ya no eran unos aficionados aislados jugando a la astronomía, sino miembros de una comunidad astronómica real y regional, con pares mayores de quienes aprender.

Y ese es el punto pedagógico: nadie tuvo que convencer a esos estudiantes de estudiar más, de leer mejor, de tomarse en serio. La sola pertenencia a una comunidad de rigor lo hizo por sí sola. Querer estar a la altura del Club Orión (no defraudar la puerta que se les había abierto) fue un motor más fuerte que cualquier calificación. El rigor volvió a llegar prestado: esta vez no de la NASA, sino de una universidad de la propia región, que le tendió la mano a un semillero escolar y, al hacerlo, lo hizo crecer.

Esa afiliación enseña algo que el mapa de puertas internacionales podría hacernos olvidar: la comunidad de rigor más transformadora suele ser también la más cercana. Un semillero universitario a una hora de distancia puede hacer por un grupo escolar lo que ningún programa lejano logra: verlo, nombrarlo como par, invitarlo a su mesa. Y para un estudiante de colegio público, ser invitado a la mesa de una universidad no es un trámite administrativo: es un cambio en la idea que tiene de sí mismo. Ya no se pregunta si «alguien como él» puede hacer ciencia; ya lo está haciendo, del brazo de quienes la hacen. El puente escuela-universidad es, quizá, la forma más humana del rigor prestado: no un protocolo, sino una compañía.

Ese cambio en la idea que un estudiante tiene de sí mismo merece un nombre, porque es el verdadero premio de esta arena. Los psicólogos lo llaman *identidad*: la respuesta silenciosa que cada uno se da a la pregunta «¿quién soy yo?». Y para demasiados estudiantes de colegio público, la respuesta que la vida les ha ido dictando es una respuesta pequeña (uno más, de un colegio del que nadie espera gran cosa, en un pueblo del que se sale para triunfar en otra parte). La ciencia ciudadana y las afiliaciones como la de Betelgeuse con el Club Orión hacen algo contra esa respuesta pequeña: le entregan al estudiante una identidad más ancha. «Soy alguien que busca asteroides con la NASA.» «Soy miembro de un semillero afiliado a la universidad.» Esas frases, dichas por un joven de quince años del norte del Valle, no son vanidad: son una reparación. La comunidad de rigor no solo le presta un método; le presta una manera nueva y más grande de nombrarse. Y quien empieza a nombrarse investigador, tarde o temprano, actúa como uno.

PREGUNTA MAYÉUTICA

¿Qué protocolo de una campaña de ciencia real (IASC, GLOBE, NaturaLista, eBird…) podrían seguir sus estudiantes esta semana para que sus datos le sirvan realmente a alguien más? Y note la diferencia: ¿cambiaría en algo su disposición al rigor si supieran que sus datos van a un proyecto real, y no a su cuaderno? ¿Y qué universidad o semillero de su región podría abrirles la puerta, como el Club Orión se la abrió a Betelgeuse?

PROTOCOLO MILC

Entrar a una campaña

Propósito: cruzar la puerta de una arena de ciencia ciudadana (que el rigor llegue prestado, no impuesto).

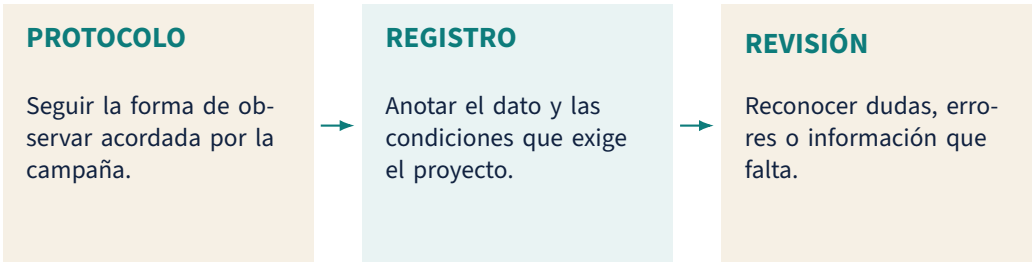
1. Con el *Atlas de Arenas* (p. 182), elijan **una** campaña acorde a su contexto y recursos: astronomía (IASC), ambiente y clima (GLOBE), biodiversidad (NaturaLista Colombia, eBird), aves con apoyo local (clubes de la CVC).

PROTOCOLO MILC
(continúa)

2. Lean **juntos el protocolo** de esa campaña, como se lee un reglamento de admisión: ¿qué exige para que nuestros datos cuenten?
3. Cumplan el protocolo tal cual (esa exigencia es el rigor prestado; no la bajen). Registren en la bitácora (Cap. 11).
4. Aporten los datos a la campaña real. Luego conversen: ¿por qué aceptamos este rigor sin protestar? Ese descubrimiento (que el rigor deseado no pesa) es la lección del capítulo.

FIGURA 18 · LECTURA VISUAL

Antes de aportar el dato



Síntesis del capítulo 14. Cada campaña establece sus propios criterios; este esquema no los sustituye.

PROTOCOLO MILC
(continúa)

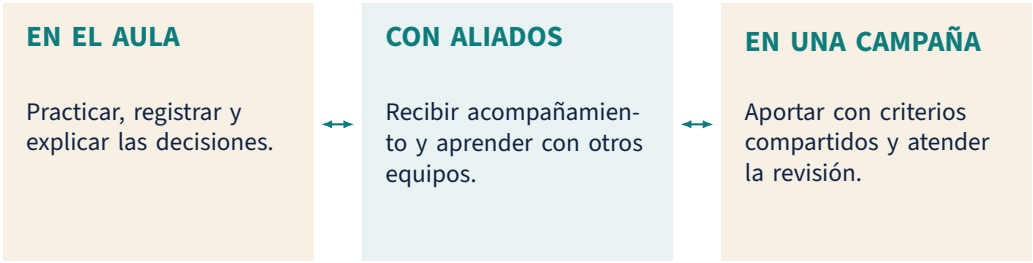
Variantes y advertencias. Si su contexto no permite todavía una campaña internacional, empiece por la puerta más local: un club de aves de la CVC, un *bioblitz* con NaturaLista en el patio del colegio, o una afiliación con un semillero universitario cercano (como Betelgeuse con el Club Orión de la UTP). El vínculo con otra escuela puede preparar la participación y compartir recursos; se convierte en ciencia ciudadana cuando contribuye a una investigación con criterios y destinatarios definidos. Cuide la edad: iNaturalist dispone de una vía de consentimiento parental para cuentas de menores de 13 años. También puede trabajar con Seek o mediante una cuenta gestionada por el docente, atendiendo las condiciones vigentes y la protección de ubicaciones e identidades. No sobrecargue: es mejor cumplir a fondo *una* campaña que rozar cinco. Y una advertencia de honestidad, innegociable: se aportan solo datos reales, obtenidos con el protocolo. En ciencia ciudadana, un dato inventado no es una trampa escolar: es contaminar una base científica real que otros usarán. El rigor prestado incluye su ética, y esa ética se enseña desde el primer dato.

◎

La ciencia ciudadana presta el rigor de un protocolo. Pero hay otra arena que le presta al sueño algo distinto: una **forma**. Las convocatorias (con sus fases, sus entregables y sus fechas) le dan a una idea el molde en el que puede tomar cuerpo y volverse comunicable. A esa segunda arena dedicamos el próximo capítulo.

FIGURA 19 · LECTURA VISUAL

Investigar con otros amplía el horizonte



Pertenecer se aprende participando: pedir ayuda, cuidar el aporte propio y reconocer lo que otros enseñan.

Síntesis del capítulo 14. Las conexiones son recíprocas; no representan una secuencia obligatoria ni una promesa de acceso.

CAPÍTULO 15

Las convocatorias

El molde que da forma.

EN EL UMBRAL

Una idea encuentra un plazo, unas condiciones y alguien que espera conocerla. Esas exigencias pueden ayudar a decidir qué se hará primero y qué necesita todavía trabajo. También piden discernimiento: el proyecto debe conservar su sentido para quienes lo realizan. Acercarse a una convocatoria es preguntarse qué estructura ofrece y cómo aprovecharla para dar forma a una inquietud que ya importa.

¿Qué condiciones ayudan a concretar una idea sin hacerle perder su propósito?



> *«La convocatoria le da al sueño una forma; el sueño le da a la convocatoria una razón.»*
>
> **MILC**

La ciencia ciudadana (Cap. 14) le presta al asombro un rigor. La segunda arena le presta algo distinto y no menos valioso: una **forma**. Las convocatorias (esos retos, concursos y programas con reglas, fases y fechas) le dan a una idea el **molde** en el que puede tomar cuerpo, ordenarse y volverse comunicable. Sin molde, muchas buenas ideas se quedan en intenciones difusas. Con molde, se vuelven proyectos.

Lo que aporta un molde

Una idea, por brillante que sea, suele nacer informe: es una intuición, un deseo, una dirección. Convertirla en algo real exige darle estructura, y ahí es donde una buena convocatoria hace un trabajo que el aula sola rara vez logra. Porque una convocatoria trae, empaquetado, un **modelo de implementación**: un encuadre (qué tipo de problema resolver), unas fases (idea, prototipo, presentación), unos entregables concretos (lo que hay que producir) y, sobre todo, una **fecha límite**. Cada uno de esos elementos, que podrían parecer burocráticos, es en realidad un andamio para el sueño.

La fecha límite, en especial, merece una defensa. En la escuela solemos verla como una presión; en la investigación real es un **aliado**. Un proyecto sin fecha tiende a no terminar nunca (siempre se puede mejorar un poco más, siempre se puede aplazar). La fecha obliga a cerrar, a decidir, a mostrar lo que hay. Y mostrar lo que hay (aunque sea imperfecto) enseña más que perseguir para siempre una perfección que no llega. El molde de la convocatoria, con su calendario y sus entregables, le enseña al estudiante algo que el asombro por sí solo no enseña: a **terminar**.

Hay una segunda virtud del molde, menos obvia que la fecha pero igual de formativa: la convocatoria **traduce**. Una idea de aula suele estar dicha en el idioma privado del estudiante (lo que a él le importa, con las palabras que él usa). Para que quepa en el molde de una convocatoria, tiene que reescribirse en un idioma que otros entiendan: nombrar el problema con precisión, justificar por qué importa, describir el método, anticipar el resultado. Ese ejercicio de traducción (de lo íntimo a lo comunicable) es, en sí mismo, un salto cognitivo enorme. El estudiante que logra explicarle su idea a un formulario de convocatoria ha entendido su

propia idea mejor que antes de intentarlo. El molde no solo ordena el trabajo: obliga a pensar con claridad, porque no se puede llenar bien una casilla que uno no comprende del todo.

Y hay una tercera virtud, la más silenciosa de todas: el molde **enseña a decidir**. Una idea informe puede querer serlo todo a la vez (abarcar el mundo, resolver cada matiz, no dejar nada afuera). El molde de una convocatoria, con su límite de palabras, su número de fases y su fecha inamovible, obliga a lo contrario: a elegir. A decir «esto sí, esto no», «este año llegamos hasta aquí», «esta pregunta es la que vamos a responder y estas otras las dejamos para después». Aprender a recortar una idea hasta volverla realizable, sin traicionar su corazón, es una de las destrezas más adultas que existen, y la escuela casi nunca la enseña (porque casi nunca pone límites verdaderos). La convocatoria sí los pone, y en ese apretón la idea se afila. Lo que parecía una restricción molesta (¿por qué solo puedo presentar un prototipo, y no los cinco que imaginé?) resulta ser una lección de foco: más vale una cosa terminada y defendible que cinco a medio soñar. El molde, al obligar a decidir, le enseña al estudiante que investigar también es renunciar.

Conviene decirlo con equilibrio: el molde no reemplaza al sueño, lo sostiene. Una convocatoria sin una idea que le importe al estudiante produce proyectos vacíos (hechos para cumplir). Pero una idea que le importa, vertida en el molde de una buena convocatoria, se vuelve un proyecto que **existe de verdad**. Por eso el epígrafe: la convocatoria le da forma al sueño, y el sueño le da razón a la convocatoria. Se necesitan.

Puertas nacionales, muchas gratuitas

Las convocatorias ofrecen formas distintas de acompañamiento. **Samsung Solve for Tomorrow** convoca proyectos de colegios públicos: la edición colombiana de 2026 contempla grupos sucesivos de 100, 50 y cinco equipos, con formación y desarrollo de propuestas (Samsung, 2026). El **Programa Ondas** articula grupos escolares, maestros coinvestigadores y entidades coordinadoras departamentales. Las **Olimpiadas STEM+** del Ministerio de Educación ofrecen una ruta de retos y socialización, con requisitos definidos para cada edición. El **NASA International Space Apps Challenge** permite trabajar colaborativamente con datos abiertos, según las modalidades y sedes disponibles. Antes de comprometer un proyecto hay que revisar edades, calendario, apoyos y costos: el Atlas de Arenas reúne las rutas oficiales para hacerlo.

Conviene notar que estos moldes no son todos iguales, y elegir bien es parte del arte. Unos son de **fondo** (Ondas, que financia y acompaña un proceso largo); otros son de **velocidad** (Space Apps, un hackathon de un fin de semana que enseña a producir bajo presión); otros son de **escala** (Samsung, con sus fases nacionales que obligan a competir con miles). No con-

viene meter cualquier idea en cualquier molde: una investigación ambiental de largo aliento pide el molde de Ondas, no el de un hackathon; una intuición veloz que necesita un prototipo rápido florece mejor en Space Apps que en un proceso de meses. Parte de la sabiduría del docente que usa esta arena es leer la idea del estudiante y reconocer qué molde le queda. El molde equivocado no forma: deforma.

Hay también una jerarquía de dificultad que conviene respetar, sobre todo con estudiantes que se asoman por primera vez a esta arena. Empezar por una convocatoria pequeña y accesible (una feria local, un reto regional) enseña el oficio de verter una idea en un molde sin el peso de una competencia nacional encima. Solo cuando el estudiante ya sabe traducir su curiosidad a la estructura de un formulario, anticipar entregables y respetar una fecha, conviene subir la apuesta a los moldes de mayor escala. Quemar etapas suele salir caro: un equipo novato lanzado de golpe a una final nacional aprende, casi siempre, que no estaba listo, y esa frustración temprana apaga más asombros de los que enciende. El molde forma cuando está a la medida de quien lo usa; una talla demasiado grande no viste, ahoga. Por eso el buen docente dosifica: primero moldes que enseñen a terminar, después moldes que enseñen a competir.

CONCEPTO MILC

El molde que da forma

Llamamos **molde que da forma** a lo que aporta una convocatoria: un **modelo de implementación** (encuadre, fases, entregables y fecha límite) donde una idea informe se vierte y toma cuerpo comunicable. Su virtud pedagógica mayor es enseñar a **terminar** (la fecha como aliada, no como amenaza). El molde no crea el sueño ni lo reemplaza: lo sostiene. Un sueño sin molde se queda en intención; un molde sin sueño produce proyectos vacíos. La buena investigación escolar necesita los dos.

Cuando una pregunta del barrio quedó entre los 50 seleccionados

El molde se ve trabajar cuando una curiosidad situada encuentra la convocatoria adecuada.

VENTANA AL AULA

Del charco a los 50 seleccionados

(Participación y selección en Samsung Solve for Tomorrow con «Estudiando las inundaciones», 2023. Testimonio real; sin nombres de estudiantes.)

El proyecto sobre las inundaciones (que había nacido escuchando el territorio, Cap. 10) encontró en Samsung Solve for Tomorrow el molde que lo hizo crecer. La convocatoria le puso encuadre (un problema real del entorno), fases (idea, desarrollo, prototipo) y una fecha. Y ese andamio transformó una buena curiosidad en un proyecto que quedó **entre los 50 proyectos seleccionados**, según el registro experiencial del autor en todo el país.

Con el tiempo, el molde no formó a un equipo, sino a una cultura: en 2024, la institución presentó **82 proyectos** (una parte bajo la dirección del autor y otra bajo la del coordinador **Erik**), y varios se ubicaron entre los mejores 100 y los mejores 50 del país. Lo que empezó como la aventura de un grupo se volvió una forma institucional de trabajar: cada año, las curiosidades del aula encontraban en las convocatorias el molde para volverse proyectos reales. La convocatoria no apagó la curiosidad de esos estudiantes; le dio la forma que necesitaba para llegar lejos.

Ese caso muestra el doble movimiento del capítulo. Por un lado, una convocatoria le dio forma a una pregunta situada (el charco del barrio quedó entre los 50 seleccionados). Por otro, la práctica sostenida convirtió esa forma en cultura (decenas de proyectos por año). El molde, usado con constancia, no encorseta: **enseña a un colegio entero a convertir su asombro en obra**.

Una objeción: ¿no fomentan las convocatorias el «hacer para el concurso»?

Aquí cabe una objeción honesta, que muchos maestros sensatos comparten. Las convocatorias, se dice, corren el riesgo de pervertir la investigación: el estudiante empieza a trabajar *para* ganar, no *para* saber; la curiosidad se subordina a la medalla; y cuando no hay premio a la vista, se apagan las ganas. La crítica no es tonta: describe un peligro real, que cualquiera que haya llevado estudiantes a un concurso ha visto asomar.

Pero la objeción confunde el mal uso del molde con el molde mismo. Es cierto que *si* la convocatoria se pone en el centro (si el objetivo es el trofeo), el resultado es un proyecto vacío, hecho para impresionar al jurado. Por eso este capítulo insiste en el orden correcto: primero

el sueño, después el molde. La convocatoria no debe ser el motivo de la investigación, sino su **cauce**. Cuando el orden se respeta (una curiosidad que ya le importaba al estudiante busca una convocatoria que le dé forma), no hay perversión, hay maduración: la misma pregunta que le quitaba el sueño se vuelve comunicable, defendible, terminable. Y hay una prueba de fuego para saber si el orden se respetó: pregúntele al estudiante qué haría con su proyecto *si no hubiera concurso*. Si la respuesta es «nada», el molde vino sin sueño y hay que revisar. Si la respuesta es «seguiría investigándolo igual», entonces la convocatoria hizo su trabajo honesto: le dio forma a algo que ya vivía. El premio, cuando llega, es entonces una consecuencia, no la causa. Y las consecuencias, a veces, abren puertas que ninguna medalla anticipaba.

VENTANA AL AULA

Una carta desde Houston

(Luisa aceptada en el programa SHE IS ASTRONAUT, impartido por el Space Center Houston, 2024. Testimonio real; alias de primer nombre.)

Luisa había crecido dentro del semillero mirando el cielo y, con el tiempo, se había vuelto ella misma divulgadora: lideraba talleres de constelaciones, presentaba astronomía en encuentros de semilleros, enseñaba a otros lo que había aprendido. No investigaba para un concurso: investigaba porque el cielo le importaba. Y justamente por eso, cuando apareció la convocatoria adecuada, ella ya tenía algo verdadero que poner en el molde.

Ese molde fue **SHE IS ASTRONAUT**, un programa STEAM internacional para mujeres impartido por el **Space Center Houston**. Luisa se postuló y **fue aceptada**. Para una estudiante de colegio público del norte del Valle, ser admitida en un programa de formación espacial para mujeres, vinculado a uno de los centros aeroespaciales más reconocidos del mundo, no fue solo un logro académico: fue un mensaje. El mensaje de que su asombro (el mismo que empezó mirando estrellas desde un patio) cabía en escenarios que ella, quizá, ni se había atrevido a imaginar.

Y aquí lo que este capítulo quiere mostrar: la convocatoria no le *creó* la vocación a Luisa; le **dio forma y alcance**. Ella ya era astrónoma en potencia mucho antes de la carta de aceptación. Lo que hizo el molde fue tomar esa vocación y ofrecerle un cauce internacional por el que crecer. El programa no premió a una principiante afortunada: acogió a una joven que ya venía haciendo el trabajo, y le abrió una puerta a la altura de lo que ya era. El sueño fue primero; la convocatoria le dio una forma en la que llegar más lejos de lo que un aula sola habría podido llevarlo.

El caso de Luisa cierra el argumento del capítulo con un matiz que importa. Muestra, primero, el orden correcto en acción: una vocación real (no un cálculo para ganar) encontró un molde que la potenció. Y muestra, segundo, algo que este tomo no quiere dejar pasar en silencio: que estas puertas no se abren igual de fácil para todos. Que una joven, en un país donde la ciencia sigue estando desproporcionadamente en manos de hombres, fuera aceptada en un programa espacial internacional, es también un acto de justicia y una señal para las que vienen detrás. Cada niña que ve a Luisa entrar por esa puerta aprende que la puerta existe, y que es para ella. Las convocatorias, cuando se usan bien, no solo le dan forma a los sueños: ensanchan quién tiene derecho a soñarlos.

Detengámonos un momento en esa palabra, «señal», porque nombra un efecto que ninguna estadística mide pero que cambia trayectorias enteras. La investigación sobre vocaciones científicas femeninas coincide en un punto: muchas niñas no dejan de estudiar ciencia porque les cueste, sino porque, en algún momento, dejan de verse a sí mismas en ella (Master et al., 2016, 2021): no encuentran espejos, no ven a nadie que se les parezca haciendo lo que ellas podrían hacer, y concluyen en silencio que ese lugar no es suyo. Un ejemplo cercano y visible rompe ese silencio con más fuerza que cualquier discurso. Cuando una estudiante del mismo colegio, del mismo barrio, con el mismo acento y la misma historia, es aceptada en un programa del Space Center Houston, las demás no reciben una arenga: reciben una prueba. La prueba de que la distancia entre ellas y ese mundo era imaginaria, no real. Por eso los logros individuales en esta arena nunca son solo individuales: cada puerta que una joven cruza queda entreabierta para las siguientes, y el maestro que acompaña ese cruce está, sin ruido, corrigiendo una desigualdad de siglos.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Piense en una idea de sus estudiantes que «nunca terminó de cuajar». ¿Le faltó talento, o le faltó un **molde** (un encuadre, unas fases, una fecha) que la obligara a tomar forma? ¿Qué convocatoria del Atlas podría darle ese molde el próximo año? Y una pregunta más incómoda: entre sus estudiantes con más asombro, ¿quiénes son los que menos se atreven a postularse, y qué haría falta para que se atrevieran?*

PROTOCOLO MILC

Calendario de convocatorias

Propósito: que el aula tenga siempre un molde a la vista donde verter sus curiosidades (y aprenda a terminar).

1. Con el *Atlas de Arenas* (p. 182), elaboren un **calendario anual** de convocatorias accesibles: Samsung Solve for Tomorrow, Ondas, Olimpiadas STEM+, NASA Space Apps, y las que apliquen a su contexto. Anoten las **fechas confirmadas** de la edición vigente, su fuente y la fecha de consulta. Si aún no hay convocatoria, dejen el campo pendiente.
2. Al inicio del año, escojan **una o dos** como meta real para los proyectos del aula (no todas: las que encajen con sus curiosidades y recursos).
3. Usen el **molde de esa convocatoria** (sus fases y entregables) como estructura del trabajo, desde el comienzo. No investiguen «en el aire» y luego traten de encajar: dejen que el molde ordene el camino.
4. Respeten la fecha como aliada: enseñen a **cerrar y mostrar** lo que hay, aunque sea imperfecto. Terminar es aprender.

Variantes y advertencias. Elija el molde según la idea, no la idea según el molde: un proceso largo pide Ondas; una intuición veloz, un hackathon como Space Apps; un problema del entorno con prototipo, Samsung. Verifique siempre las fechas vigentes en la fuente oficial (el Atlas señala la periodicidad, no reemplaza la confirmación anual, y varias ediciones abren y cierran cada año). No inscriba por inscribir: es mejor un proyecto bien vertido en un molde que cinco a medio hacer. Y esté atento a las convocatorias que ensanchan el acceso (programas para mujeres en STEAM, para colegios públicos, para territorios apartados): son puertas que, además de dar forma, corrigen una desigualdad, como la que abrió a Luisa el camino a Houston. Anímese usted a postular a quienes menos se atreven: a veces el único empujón que falta es que un maestro crea antes que el estudiante.

◎

La convocatoria ayuda a terminar; la feria enseña a defender el trabajo ante otros. A esa conversación pública dedicamos el próximo capítulo.

CAPÍTULO 16

Las ferias de ciencia

La libertad orientada.



EN EL UMBRAL

Frente a una persona que pregunta por el trabajo, el cartel deja de hablar por sí solo. Hay que explicar decisiones, mostrar registros y reconocer lo que todavía no se sabe. Ese intercambio puede revelar tanto los avances como las dudas. Prepararse para una feria invita a construir una voz capaz de sostener lo investigado y de escuchar lo que otros encuentran al mirarlo.

¿Qué necesita comprender un estudiante para defender su investigación con honestidad?

«En la feria, el método se hace flexible y el estudiante, responsable: la libertad también se aprende con reglas propias.»

MILC

La ciencia ciudadana presta un rigor (Cap. 14); la convocatoria presta una forma (Cap. 15). La tercera arena presta algo más difícil de nombrar y muy formativo: una **libertad orientada**. En la feria de ciencia, el estudiante elige su método (hay libertad para investigar como quiera), pero dentro de un marco de líneas, categorías y criterios de jurado que lo orientan (hay una dirección). Y sobre todo, la feria trae una experiencia que ninguna de las arenas anteriores ofrece: la de **defender el propio trabajo, en público, ante otros**.

Libre, pero no a la deriva

Hay una falsa disyuntiva en pedagogía: o le damos al estudiante libertad total (y muchas veces se pierde, sin saber por dónde empezar ni cuándo parar) o le damos una estructura rígida (y matamos su iniciativa). La feria de ciencia resuelve esa disyuntiva con elegancia: ofrece **libertad de método dentro de líneas concretas**. El estudiante decide qué investigar y cómo, pero lo hace sabiendo que hay categorías (una línea de ambiente, otra de tecnología, otra de ciencias sociales), unos criterios con los que un jurado lo va a evaluar y un formato en el que tendrá que presentar. Esa orientación no le quita libertad: se la vuelve **productiva**. Es la diferencia entre un río sin cauce (que se dispersa y se seca) y un río con orillas (que fluye y llega).

Esa combinación enseña algo que la vida entera pedirá: a ser libre **con** responsabilidad, no **a pesar** de ella. El estudiante aprende que puede elegir su camino, pero que ese camino tendrá que sostenerlo ante criterios que no puso él. Y esa es, quizá, la definición más útil de la madurez investigativa: hacer lo que a uno le importa, sabiendo dar cuenta de ello ante otros.

Vale la pena contrastar esta libertad orientada con las dos arenas anteriores, porque el contraste ilumina lo que cada una aporta. La ciencia ciudadana presta un rigor **cerrado**: el protocolo viene dado, y la virtud del estudiante es cumplirlo con fidelidad. La convocatoria presta una forma **semiabierta**: hay fases y entregables, pero dentro de ellos el estudiante decide el contenido. La feria da un paso más hacia lo abierto: aquí el estudiante elige casi todo (el tema, el método, la manera de contarlo) y lo único que recibe de fuera son las orillas (las categorías y los criterios) y el momento de la verdad (la sustentación). Esa progresión no es casual: es

una **pedagogía de la autonomía creciente**. Un colegio que recorre las arenas en orden lleva a sus estudiantes de la mano por una escalera de libertad: primero cumplir un protocolo ajeno, después llenar un molde con contenido propio, y por fin defender un camino elegido enteramente por ellos. Cada peldaño les entrega un poco más de libertad y les pide, a cambio, un poco más de responsabilidad. Cuando llegan a la feria, ya están listos para el peldaño más exigente: sostener, ante otros, algo que es del todo suyo.

Merece la pena entender por qué las orillas ayudan en vez de estorbar, porque va contra una intuición muy extendida (la de que toda restricción coarta). En realidad, la libertad absoluta paraliza. Al estudiante a quien se le dice «investiga lo que quieras, como quieras» se le entrega, junto con la libertad, una angustia: la de un lienzo tan grande que no sabe dónde poner el primer trazo. Las líneas de una feria (elige una de estas categorías, presenta en este formato, sé evaluado con estos criterios) no reducen su libertad esencial (qué preguntar, qué descubrir): reducen el **ruido** que la ahoga. Le dan al estudiante un punto de partida y un horizonte, y entre esos dos puntos su iniciativa por fin encuentra por dónde correr. La orilla no es enemiga del río: es lo que lo hace río y no charco.

Defender lo propio: la investigación se vuelve pública

El corazón de la feria es la **sustentación**: el momento en que el estudiante se para frente a un jurado (y frente a otros estudiantes) y **defiende** su trabajo. Ahí ocurre un aprendizaje que ningún examen escrito produce. Para defender su proyecto, el estudiante tiene que haberlo entendido realmente (no se puede sustentar lo que solo se copió), tiene que anticipar preguntas, tiene que argumentar, tiene que sostener con evidencia lo que afirma. La investigación deja de ser un asunto privado entre el estudiante y su cuaderno, y se vuelve un **acto público**: algo que se muestra, se discute y se defiende ante una comunidad.

Y hay algo más: en la feria, el estudiante ve el trabajo de otros. Descubre que su curiosidad no está sola, que hay cientos de jóvenes investigando cosas distintas, que se puede aprender de un par tanto como de un maestro. La feria socializa la ciencia (la saca del aislamiento del aula y la pone en comunidad). Para muchos estudiantes, ese día (el de pararse a defender lo suyo entre pares) es el día en que se sienten, por primera vez, investigadores de verdad.

La sustentación tiene, además, un efecto que rara vez se nombra: enseña a **recibir la pregunta ajena sin derrumbarse**. En el aula tradicional, la pregunta del profesor suele ser una trampa (busca comprobar si el estudiante sabe la respuesta correcta). En la feria, la pregunta del jurado es otra cosa: es genuina, quiere entender, a veces incluso pone en duda lo que el

estudiante afirma. Y aprender a responder una objeción sincera (no defendiéndose como de un ataque, sino pensando junto al que pregunta) es una de las destrezas intelectuales más difíciles y más valiosas que existen. El estudiante que sale de una sustentación habiendo dicho «no había pensado en eso, tiene razón, tendría que revisarlo» ha aprendido algo que ningún examen enseña: que la ciencia no es tener razón, sino estar dispuesto a corregirse en público. Esa humildad argumentada es, tal vez, el fruto más maduro de esta arena.

Cabe aquí una objeción que algún maestro prudente hará, y que no conviene esquivar. ¿No hay algo cruel en exponer a un adolescente a un jurado que puede desmontarle el trabajo delante de todos? ¿No corremos el riesgo de humillar al más tímido, de premiar al que habla bonito por encima del que investigó bien, de convertir la ciencia en un concurso de oratoria? La preocupación es legítima y señala un peligro real: mal montada, una feria puede volverse un escenario de vanidades donde gana el desparpajo y pierde el rigor callado. Pero el remedio no es suprimir la sustentación, sino prepararla con cuidado. Un jurado bien orientado no busca lucirse humillando a un niño: busca entender su trabajo y ayudarlo a verlo mejor. Y un estudiante bien preparado (que ensayó, que sabe que la pregunta difícil es normal, que aprendió que decir «no sé» es una respuesta científica válida) no llega indefenso, llega entrenado. La feria no debe ser un juicio, sino un ejercicio de conversación rigurosa. Cuando se la concibe así (como aprender a pensar en voz alta ante otros que también piensan), deja de ser cruel y se vuelve una de las escuelas de humildad más poderosas que un joven puede atravesar. La responsabilidad de que sea lo uno y no lo otro es, enteramente, del adulto que la organiza.

CONCEPTO MILC

La libertad orientada

Llamamos **libertad orientada** a lo que aporta la feria de ciencia: libertad de método dentro de líneas, categorías y criterios concretos que dan dirección sin quitar iniciativa (ni deriva sin cauce, ni rigidez sin alma). Su experiencia central es la **sustentación**: defender el propio trabajo en público, lo que obliga a entenderlo a fondo y vuelve la investigación un **acto social**. Enseña a ser libre *con* responsabilidad. En Colombia, su puerta más directa para un colegio es la red de semilleros (RedCOLSI y su nodo departamental).

De un cuarto y quinto puesto a un colegio entero investigando

La feria muestra su fuerza cuando se la sostiene en el tiempo y se convierte en una práctica de toda la institución.

VENTANA AL AULA

Cuando la feria se volvió de todos

(Participaciones en la Feria de Energía de Pereira, 2023-2025. Testimonio real; sin nombres.)

Empezó modesto: en 2023, unos proyectos del semillero participaron en la Feria de Energía de Pereira y obtuvieron un **cuarto y un quinto puesto**. No fue el podio más alto, pero fue algo más importante: la prueba de que unos estudiantes de colegio podían pararse a defender su trabajo en una feria regional, y sostenerlo.

Al año siguiente, la participación creció: **veintiocho jóvenes** representaron a la institución y alcanzaron un **segundo lugar**. Y para 2025 había ocurrido algo que ninguna medalla mide: **cuarenta y ocho proyectos**, de estudiantes de sexto a once, participaron en la feria. La libertad orientada de la feria había dejado de ser la aventura de unos pocos para volverse una manera institucional de investigar: grados enteros, con proyectos propios, aprendiendo a elegir un tema, sostenerlo con evidencia y defenderlo en público. La feria no fue el premio de unos elegidos; fue la escuela pública donde un colegio entero aprendió a socializar su ciencia.

Lo que ahí ocurrió toca el sentido más hondo de esta arena: la feria no vale por las medallas (que van y vienen), sino porque **enseña a un colegio entero a hacer pública su curiosidad**. Cuando cuarenta y ocho grupos, de todos los grados, se preparan para defender lo suyo ante un jurado, la investigación dejó de ser una actividad extraordinaria y se volvió parte de la cultura. Eso, y no el puesto, es lo que una feria bien aprovechada le deja a una institución.

El fruto material: cuando la feria devuelve al laboratorio

Hay una consecuencia de participar sostenidamente en una feria que conviene mirar de frente, sin ingenuidad y sin cinismo. Este capítulo ha insistido en que la feria no vale por las medallas, y es verdad: su valor formativo está en la sustentación, en hacer pública la curiosidad, en aprender a defenderse. Pero sería deshonesto pretender que la participación no tiene también **retornos concretos**, y que esos retornos no importan. En un colegio público, donde cada peso para un laboratorio es una batalla, un recurso que llega gracias a la investigación no es un detalle: es combustible para que el ciclo siga girando. La siguiente Ventana narra ese retorno.

VENTANA AL AULA

La feria que equipó el laboratorio

(Reconocimiento de la Feria de Energía de Pereira a la institución, 2025. Testimonio real; sin nombres.)

Después de años de participación creciente en la Feria de Energía de Pereira (del cuarto y quinto puesto de 2023 a los cuarenta y ocho proyectos de 2025), la institución recibió un reconocimiento que no cabía en una medalla ni en un diploma: un **recurso en especie por valor de dos millones de pesos**, otorgado por su mayor participación, destinado a fortalecer el **laboratorio de electrónica**.

El detalle importa: no fue dinero para un trofeo ni para una celebración. Fue **material para seguir investigando**: componentes, herramientas, insumos para el mismo laboratorio donde nacen los proyectos que van a la feria. Es decir, la feria le devolvió a la institución, en forma de equipamiento, una parte de lo que la institución había puesto en forma de trabajo. El asombro de los estudiantes, vertido en proyectos y sostenido en sustentaciones, volvió al aula convertido en herramientas con las que asombrarse mejor.

Y ahí está la lección menos romántica pero más honesta de esta arena: cuando una comunidad educativa investiga en serio y lo sostiene en el tiempo, el ecosistema empieza a **retornar recursos**. No como premio a unos pocos, sino como inversión en la capacidad de todos. El laboratorio que equipó ese reconocimiento no es de un estudiante: es de los que vienen. La feria, además de enseñar a defender la ciencia, ayudó a construir el lugar donde la próxima generación la hará.

Ese retorno cierra un círculo virtuoso que conviene nombrar con precisión, para no confundirlo con el «hacer para ganar» que este tomo rechaza. El recurso no fue la *causa* de la investigación (los estudiantes no investigaron para conseguir dos millones de pesos); fue su **consecuencia**, y una consecuencia que alimenta el proceso en vez de corromperlo. Un premio en trofeos infla el ego y se guarda en una vitrina; un recurso en especie para el laboratorio se gasta investigando y produce más investigación. La diferencia es enorme. Cuando el fruto de la feria vuelve al aula como capacidad instalada (mejores equipos, más insumos, un laboratorio más digno), la arena deja de ser un evento anual y se vuelve un motor de sostenibilidad: la investigación financia, en parte, la infraestructura de la investigación futura. Para un colegio público, ese círculo (investigar, participar, ser reconocido, equiparse, volver a investigar mejor) es una de las formas más concretas de la esperanza.

Este punto tiene, además, una consecuencia práctica que ningún maestro que trabaje en lo público debería ignorar. La sostenibilidad de un semillero rara vez está garantizada: depende de presupuestos que suben y bajan, de voluntades institucionales que cambian, de un entusiasmo que puede agotarse. Un semillero que solo consume recursos (que siempre pide y nunca retorna) es frágil, porque vive de la buena voluntad ajena y se apaga cuando esa voluntad falta. En cambio, un semillero que **demuestra retorno** (que participa, que gana reconocimiento, que atrae recursos y los reinvierte con transparencia) construye su propia legitimidad. Cuando el rector o la secretaría ven que la investigación no es un gasto sino una inversión que trae equipos, prestigio y oportunidades para los estudiantes, dejan de tolerarla y empiezan a defenderla. La feria, así entendida, no solo forma investigadores: le da al semillero argumentos para sobrevivir. Enseñar a los estudiantes a documentar ese retorno (cuánto se ganó, en qué se reinvirtió, a quién benefició) es enseñarles, de paso, que sostener una obra en el tiempo también es parte de la ciencia. El asombro enciende el semillero; la gestión honesta de sus frutos lo mantiene vivo.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*¿Cuándo fue la última vez que un estudiante suyo tuvo que **defender** su trabajo ante alguien distinto de usted? ¿Y qué cree que aprendería (sobre su propio proyecto y sobre sí mismo) el día que le tocara sustentarlo ante un jurado y otros jóvenes? Y una pregunta de largo plazo: ¿qué parte de lo que su semillero gane (en recursos, contactos o reconocimiento) podría **reinvertirse** para que investiguen mejor los que vienen detrás?*

PROTOCOLO MILC

Ensayar la sustentación

Propósito: preparar al estudiante para la libertad orientada de la feria (elegir su camino y saber defenderlo en público).

1. Elijan una feria acorde a su contexto (el *Atlas de Arenas* las reúne). En Colombia pueden consultar los encuentros de la **RedCOLSI** y las ferias escolares o regionales. Confirmen con el nodo o el organizador las categorías para educación básica y media, la modalidad de inscripción, las fechas, los costos y las condiciones de acompañamiento.
2. Antes de la feria, hagan una **feria interna**: cada grupo prepara un póster y una ponencia corta, con la estructura de la fase de Sistematización y Proyección (pregunta, datos, propuesta, resultado).

PROTOCOLO MILC
(continúa)

3. Monten un **jurado simulado** (otros docentes, estudiantes mayores, familias) que haga preguntas reales. Que los estudiantes **sustenten y respondan**.

4. Den retroalimentación sobre dos cosas: la claridad del trabajo y la **capacidad de defenderlo**. Ensayar la sustentación es ensayar el pensamiento.

Variantes y advertencias. La feria interna democratiza la arena: no solo va el mejor proyecto, aprende a sustentar todo el grupo. Empiece por ferias locales o regionales antes de saltar a las nacionales: una participación cercana y sostenida forma más (y cuesta menos) que un viaje aislado a un evento grande. Enséñeles a los estudiantes que la pregunta difícil del jurado no es un ataque, sino una ayuda: responder «no lo había pensado, tiene razón» es señal de madurez, no de derrota. Prevea el retorno: si la participación trae recursos (como el reconocimiento en especie que equipó un laboratorio de electrónica), acuerden desde antes que ese fruto se **reinvierte** en el ecosistema, no se dispersa. Y como en el Cap. 14, la regla de honestidad es innegociable: se defiende solo lo que realmente se hizo y se midió; una sustentación no es actuación, es dar cuenta de la verdad.

◎

La feria hace pública la investigación y enseña a defenderla. Falta la arena que le da al saber su forma más duradera: la **publicación**. Escribir y difundir lo investigado (convertir al estudiante en autor, dejar huella permanente) es la última salida del ciclo y, en cierto modo, su plenitud: la Liberación hecha texto. A ella dedicamos el próximo capítulo, que cierra la Parte V.

CAPÍTULO 17

Las publicaciones

La autoría y la difusión.

EN EL UMBRAL

Un texto puede llegar a alguien que no estuvo en el aula ni conoce a quienes investigaron. Para acompañar esa lectura necesita explicar su pregunta, dejar rastros de su recorrido y reconocer las voces que lo ayudaron a crecer. Publicar abre esa relación con lectores desconocidos. Aquí la autoría invita a pensar qué compartimos, cómo lo sustentamos y qué cuidados exige hacerlo circular.

¿Qué debemos cuidar para que una investigación pueda seguir conversando en otras manos?



«Publicar es la última fase del asombro: devolverle al mundo la respuesta que el mundo nos regaló como pregunta.»

MILC

Recorrimos tres arenas: la ciencia ciudadana prestó un rigor, la convocatoria prestó una forma, la feria enseñó a defender lo propio en público. Llegamos a la cuarta y última, la que le da al saber su forma más duradera: la **publicación**. Escribir lo investigado y difundirlo (convertir al estudiante en **autor**, dejar una huella que permanezca) es la culminación del ciclo y, en cierto modo, su plenitud. Es la Liberación (Cap. 13) hecha texto: el saber que no solo vuelve a la comunidad, sino que queda, y puede viajar a comunidades que el estudiante nunca conocerá.

Reparemos en esa diferencia, porque no es menor. La sustentación en una feria (Cap. 16) devuelve el saber a quienes están presentes esa tarde, en ese salón; cuando cae la noche, el auditorio se dispersa y la voz se apaga. La publicación hace otra cosa: fija la voz. Un texto publicado sigue hablando cuando su autor ya no está delante, cuando ha pasado a otro grado, cuando ha salido del colegio, cuando han pasado los años. Alguien a quien el estudiante jamás verá (en otra ciudad, en otro país, en otra década) podrá leerlo, citarlo, discutirlo, continuarlo. Publicar es, en el fondo, un acto de confianza radical en el porvenir: entregar lo propio a lectores desconocidos, con la fe de que el conocimiento honesto encuentra siempre a quien lo necesita.

El día en que un estudiante se vuelve autor

Hay un umbral, en la vida de un joven investigador, que lo cambia para siempre: el día en que ve su nombre firmando algo que él produjo. Publicar no es un trámite ni un adorno del proyecto: es un **acto de identidad**. El estudiante que hasta ayer «hacía trabajos para una nota» se descubre, de pronto, **autor**: alguien cuyo pensamiento merece quedar escrito, ser leído, ser citado. Ese descubrimiento (yo tengo algo que decir, y ese algo vale) transforma la relación del joven con el conocimiento y consigo mismo. Deja de ser un consumidor de saber ajeno y se reconoce como **productor de saber propio**.

Ese giro tiene un nombre en la pedagogía crítica, y no es un adorno teórico: es el corazón del asunto. Paulo Freire (1968/1970) distinguió entre una educación «bancaria» (en la que el maestro deposita contenidos en un estudiante tratado como recipiente vacío) y una educa-

ción liberadora (en la que el estudiante es sujeto que nombra el mundo y, al nombrarlo, lo transforma). Para Freire, «decir la palabra» no es un privilegio de algunos, sino un derecho de todos: nadie nombra el mundo por otro, y quien es privado de su palabra queda privado, también, de su condición de sujeto. Publicar es exactamente eso: el estudiante deja de recibir la palabra ajena y pronuncia la suya, por escrito, ante el mundo. La autoría joven es la educación bancaria puesta al revés: ya no se deposita saber en el estudiante; el estudiante deposita saber en el mundo.

Conviene medir el alcance de ese giro, porque no es un matiz sentimental. En la educación bancaria, el estudiante escribe siempre *hacia adentro*: sus textos van del alumno al profesor, del que sabe menos al que sabe más, y mueren en cuanto reciben una nota. La escritura escolar tradicional es, casi toda, escritura de un solo lector (y ese lector ya sabe la respuesta que espera). Publicar rompe esa dirección: por primera vez el estudiante escribe *hacia afuera*, para lectores que no conoce y que no están obligados a leerlo. Y esa inversión lo cambia todo, hasta la manera de escribir. Quien escribe para un profesor que va a calificarlo busca dar en el blanco de lo esperado; quien escribe para el mundo busca ser claro, honesto y útil a alguien que de verdad no sabe lo que él va a contar. La publicación no perfecciona la escritura escolar: la convierte en otra cosa. Deja de ser un ejercicio de obediencia y se vuelve un acto de comunicación real. Ese es el sentido profundo de Freire aplicado aquí: nombrar el mundo no es hablarle al que manda, sino hablarle al mundo mismo.

Y hay algo profundamente democrático en esto. Durante siglos, publicar fue un privilegio de unos pocos (adultos, académicos, expertos). Hoy, las puertas se abrieron: un estudiante de colegio puede dejar su trabajo con un identificador permanente y citable, o verlo impreso en una revista, o firmar un libro. Lo que antes era inalcanzable para un joven del Norte del Valle, hoy está a un clic (o a una decisión pedagógica) de distancia. Persisten barreras de tiempo, acceso, idioma y recursos. Reconocer la autoría joven implica elegir una ruta viable y acompañar el trabajo necesario para cruzarla.

Ese cambio de identidad tiene además un efecto que ninguna calificación produce: reordena la relación del joven con su propio futuro. Un estudiante que se sabe capaz de publicar deja de imaginarse solo como alguien que algún día «tal vez» estudiará, trabajará, aportará; empieza a verse como alguien que **ya** aporta, hoy, desde su pupitre. La publicación adelanta el porvenir: le muestra al joven, en presente y con pruebas, que su pensamiento cuenta. Y para un estudiante de colegio público (que muchas veces ha oído, de mil maneras sutiles, que las cosas importantes las hacen otros, en otras partes) esa prueba en la mano vale más que cualquier discurso de superación. No se le dice que puede: se le demuestra que pudo. Ahí la autoría joven se cruza con el proyecto de vida, que es la última frontera de este libro: quien se descubre capaz de producir saber difícilmente vuelve a resignarse a solo consumirlo.

Puertas para publicar (y su ética)

Hay varias maneras de publicar, y conviene distinguirlas. **Zenodo** permite depositar un trabajo y asignarle un DOI; el depósito no equivale a revisión por pares. Una **revista escolar** puede organizar su propia lectura editorial y conversación con la comunidad. Algunos encuentros reúnen memorias, cuyas condiciones hay que confirmar con el organizador. Revistas de secundaria como **NHSJS** y **JEI** ofrecen procesos de revisión con requisitos específicos de manuscrito, acompañamiento y costos. El Atlas de Arenas ayuda a elegir una ruta: acceso gratuito a la lectura no significa necesariamente publicación sin gastos.

Estas puertas no son equivalentes, y conviene entender su lógica antes de escoger. Un DOI en Zenodo da permanencia y citabilidad inmediatas, pero no revisión por pares (el aval de calidad lo pone el propio trabajo, no un comité). Las memorias de un encuentro pueden reunir trabajos presentados, según la política editorial del organizador; la participación no garantiza su publicación. Una revista con revisión por pares añade el filtro más exigente (otros investigadores juzgan el trabajo antes de aceptarlo), a cambio de más tiempo, más rigor y, muchas veces, el inglés. Y la revista escolar propia, la más humilde de todas, tiene una virtud que ninguna de las anteriores iguala: es **de la casa**, se hace con las manos del colegio, y por eso enseña el oficio completo (escribir, editar, diagramar, imprimir, distribuir) sin depender de que nadie de afuera dé permiso. No hay una puerta «mejor»: hay la puerta que este trabajo, este año, con estos estudiantes, puede cruzar de verdad.

Pero publicar trae una responsabilidad que este libro no puede callar, porque toca su regla más sagrada. Cuando se publica el trabajo de menores de edad, la **ética de la autoría** es innegociable: el docente gestiona el depósito y firma a los estudiantes como autores usando **solo su primer nombre** (Juan, Luisa, María); se pide **consentimiento** de los acudientes antes de exponer nombres, rostros o datos; y **nada se inventa**: ni una cifra, ni una fuente, ni un testimonio. Publicar un dato falso no es una falta escolar menor: es contaminar el registro público del conocimiento. La misma honestidad que se exige en la bitácora (Cap. 11) y en la campaña de ciencia ciudadana (Cap. 14) llega aquí a su punto más alto, porque lo publicado queda.

Alguien podría objetar que todo esto es prematuro: que apurar a un estudiante de secundaria a «publicar» es inflar trabajos escolares y disfrazarlos de ciencia, cuando lo que un joven necesita es aprender los fundamentos con calma, sin las prisas de la vanidad editorial. La objeción merece respeto, porque señala un riesgo real: la publicación puede volverse un trofeo hueco, un adorno para el portafolio del colegio más que un servicio al conocimiento. Pero se equivoca en el diagnóstico. El problema no es publicar temprano; el problema es publicar **sin honestidad**. Un trabajo escolar modesto, hecho con datos reales y presentado como lo que es (una investigación de secundaria, con sus límites declarados), no contamina nada: enseña.

Lo que contamina es inflar, exagerar, inventar resultados para impresionar. La respuesta correcta a la objeción, entonces, no es prohibir la autoría joven, sino someterla a la misma ética que la ciencia adulta: publicar poco y verdadero antes que mucho y falso. Un estudiante que aprende a decir «esto es lo que encontré, y hasta aquí llega» ha aprendido más ciencia que cien que exageran.

CONCEPTO MILC

La autoría joven

Llamamos **autoría joven** a la conversión del estudiante en autor: el que genera conocimiento y lo **difunde desde su interés propio**, dejando huella permanente (un DOI en Zenodo, una memoria con ISSN, un artículo, un libro escolar). Es la Liberación hecha texto: el saber que sale a circular y **queda**. Su condición es una ética estricta (crédito con solo el primer nombre, consentimiento de acudientes, cero invención de datos o fuentes). Publicar no certifica al estudiante desde afuera: lo transforma desde adentro (se descubre alguien que tiene algo que decir).

Estudiantes que escribieron un libro (y una revista)

Que un joven pueda ser autor no es una promesa: en el ecosistema del que nace este libro, ya ocurrió.

VENTANA AL AULA

Autores del cielo

(Libro «¿Qué vemos en el cielo? Astronomía para jóvenes curiosos» y revista CosmoTEC, 2023-2024. Testimonio real; alias de primer nombre.)

El semillero de astronomía no se conformó con observar el cielo: decidió **escribir sobre él**. Entre sus publicaciones está *¿Qué vemos en el cielo? Astronomía para jóvenes curiosos*, de **León** (2023). El conocimiento trabajado en el semillero encontró así otro destino: un libro que otros jóvenes pueden leer, discutir y usar para empezar sus propias preguntas.

No fue un caso aislado. La institución publicó también **CosmoTEC: la revista de mañana, hoy**, con artículos de estudiantes y docentes (Cardenas Orozco, 2023, 2024). Ver el propio nombre firmando un artículo o un capítulo hizo en esos jóvenes algo que ninguna calificación logra: los convirtió,

VENTANA AL AULA
(continúa)

ante sus propios ojos, en personas capaces de producir conocimiento y compartirlo. En el mismo ecosistema escolar que acompañó la observación del cielo (Cap. 1), la escritura abrió otra vía para compartir lo aprendido. El ciclo del asombro se había cerrado en su forma más alta: el asombro hecho texto, firmado por quien lo vivió.

Una publicación aislada puede ser suerte o entusiasmo pasajero. Lo que distingue una cultura de la autoría de un golpe de fortuna es otra cosa: la **continuidad**. Que una revista escolar no muera en su primer número, sino que vuelva a salir, es la prueba de que la escritura dejó de ser un evento y se volvió un hábito de la institución. Por eso importa contar no solo el primer fascículo, sino el segundo.

VENTANA AL AULA

El segundo fascículo

(Segunda edición de la revista CosmoTEC, 2024. Testimonio real; sin nombres.)

El **segundo volumen de CosmoTEC**, publicado en 2024, dio continuidad al primero de 2023. Reunió de nuevo trabajos de estudiantes y docentes como memoria de ciencia, tecnología e innovación. Volver a editar exigió sostener una tarea colectiva: seleccionar, revisar y preparar lo escrito para sus lectores. La continuidad no garantiza por sí sola una cultura consolidada, pero deja una huella concreta del trabajo que la hace posible.

El salto entre el primer volumen y el segundo no fue solo de cantidad. Fue el paso de «hicimos una revista» a «tenemos una revista»: de una hazaña que se cuenta una vez a un compromiso que se sostiene en el tiempo. Los estudiantes que escribieron para el segundo fascículo ya no partían de cero: heredaban un formato, una exigencia, un estándar que sus compañeros mayores habían fijado en el primer número. Cada uno escribía sabiendo que otros lo leerían y que, algún día, un tercer volumen recogería a los que venían detrás. La revista se había vuelto una **cadena de autores**: cada edición pasando a la siguiente no solo un modelo, sino una expectativa (aquí se escribe, aquí se publica, aquí tu nombre puede quedar). Eso (una tradición editorial naciendo en un colegio público) es lo que ninguna publicación única puede lograr: convertir la autoría en costumbre.

Las tres obras cuentan con acceso público y DOI de concepto. Sus referencias al final de este tomo permiten localizar el libro de León y los dos volúmenes de CosmoTEC; los años 2023 y 2024 corresponden a las obras, cuyo depósito en Zenodo se realizó en 2026.

Véase la figura 20, p. 158.

En esa historia se enlaza el final del libro con su comienzo. Los mismos estudiantes que empezaron mirando el cielo con pura curiosidad terminaron escribiendo sobre él para otros, número tras número. Entre una cosa y la otra está todo lo que este tomo ha contado: una curiosidad que no se apagó, un método que le dio alcance, un ciclo que la volvió investigación y unas arenas que la sacaron al mundo. Publicar fue el último paso: el asombro devuelto al mundo en forma de texto, con el nombre de quien lo soñó. Y cuando ese paso se repite (un segundo fascículo, un tercero) deja de ser un paso y se vuelve un camino.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Piense en el mejor trabajo de un estudiante suyo este año. Si en lugar de archivarse para una nota se hubiera **publicado** (con un DOI, en una revista, en una cartilla), ¿qué habría cambiado en ese estudiante? ¿Y qué le impide, hoy, dar ese paso?*

PROTOCOLO MILC

Publicar el primer trabajo

Propósito: que un trabajo de investigación escolar cruce el umbral de la autoría (deje huella permanente, con ética).

1. Elijan un trabajo terminado y honesto (con datos reales, de la bitácora). No hace falta que sea perfecto: hace falta que sea verdadero.
2. Escojan la puerta según el caso (con el *Atlas de Arenas*): **Zenodo** para depositar una versión revisada con DOI; **memorias de un encuentro** si el organizador admite el trabajo y ofrece esa publicación; una **revista escolar propia**; o, si el trabajo está en inglés y con mentor, una revista de secundaria con revisión por pares (NHSJS, JEI).
3. Antes de publicar, cumplan la **lista ética**: crédito a los estudiantes con **solo el primer nombre**; **consentimiento** de acudientes; licencia clara (p. ej. Creative Commons); y una última revisión de que **ningún dato ni fuente es inventado**.

FIGURA 20 · LECTURA VISUAL

La autoría deja una huella visible



¿Qué vemos en el cielo?
Astronomía para jóvenes curiosos

León · 2023



CosmoTEC
Volumen 1

2023



CosmoTEC
Volumen 2

2024

Portadas de las tres publicaciones tratadas en este capítulo: un libro y dos volúmenes de una revista que dan continuidad a la escritura y a la difusión.

León (2023) y Cardenas Orozco (Ed., 2023, 2024). Cubiertas del archivo editorial; se conservan sus diseños originales. Los DOI de concepto se incluyen en las Referencias.

DEL MANUSCRITO A SUS LECTORES

HACER LEGIBLE

Explicar la pregunta, el recorrido y sus límites.

→

RECONOCER

Dar crédito y hacer localizables fuentes y apoyos.

→

COMPARTIR

Pensar en quién leerá y abrir un lugar para sus preguntas.

Las preguntas de los lectores pueden abrir una nueva investigación.

Ruta editorial propuesta a partir del capítulo 17; complementa las cubiertas documentales.

PROTOCOLO MILC
(continúa)

4. Publiquen, y celebren. Que cada estudiante vea su nombre como autor. Ese día entendió, mejor que con cualquier discurso, que su asombro valía.

Variantes y advertencias. Si es la primera vez, empiece por la puerta más humilde y segura: la **revista escolar propia**. No exige inglés, ni comité externo, ni esperar respuesta de nadie; enseña el oficio completo (escribir, editar, diagramar) y deja el control en manos del colegio. Cuando la revista propia ya camina, piense en el **segundo número** antes que en saltar a una arena mayor: sostener una publicación en el tiempo enseña más que estrenar una nueva y abandonarla. No convierta la publicación en un requisito para todos ni en una nota: publicar debe ser un logro deseado, no una tarea temida (en cuanto se vuelve obligación, se apaga el orgullo que la hacía valiosa). Cuidado con el espejismo del prestigio: publicar mucho y falso vale menos que publicar poco y verdadero (ante la duda entre impresionar y ser honesto, elija siempre la honestidad, porque lo publicado queda). Y guarde siempre, archivados, los **consentimientos de los acudientes** y el respaldo de los datos: si mañana alguien pregunta de dónde salió una cifra, debe existir la bitácora que la sostiene. Publicar sin ese respaldo no es difundir conocimiento: es arriesgar la palabra de un menor.
La publicación cierra el ciclo y abre una vida: el estudiante que se supo autor una vez, difícilmente vuelve a creerse un simple recipiente. Ahí, la escuela lo liberó de verdad.

◎

Con la publicación cerramos la Parte V y las cuatro arenas de la ciencia real. Tenemos ya todo lo esencial: por qué la curiosidad es natural (Parte I), qué la apaga (Parte II), cómo darle método sin domarla (Parte III), el ciclo que la vuelve investigación (Parte IV) y las arenas donde gana su rigor y su alcance (Parte V). Falta reunir las herramientas en un solo lugar y trazar la ruta por grados: el manual. A eso (el *Cuaderno del Ciclo del Asombro*, el *Atlas de Arenas* y el programa de sexto a once) dedicamos la Parte VI, que cierra el libro.

PARA SEGUIR INVESTIGANDO

Del logro compartido al aula de cada día



Interpretación pictórica de un grupo reunido en el laboratorio del semillero. Fuente: ConectaTE · MILC-A075. La imagen acompaña la idea de comunidad y continuidad; no identifica a los participantes de un testimonio particular.

Una feria termina; la pregunta puede continuar. Lo que vuelve al aula toma forma de registros, herramientas que otros aprenden a usar y estudiantes capaces de acompañar a quienes empiezan.

¿Qué condiciones harán posible que otro grupo continúe?

VI

PARTE VI

El aula que sueña ciencia

El manual: reunir las herramientas y trazar la ruta para que un colegio entero, de sexto a once, aprenda a investigar.



El semillero en el patio: una comunidad que investiga.
Interpretación pictórica de una fotografía aportada por el autor.



CAPÍTULO 18

Instrumentos del oficio

Elegir instrumentos que ayuden a pensar y a actuar.

EN EL UMBRAL

Sobre la mesa puede haber una bitácora, un mapa o una plantilla todavía vacía. Su utilidad depende de la pregunta que ayuden a trabajar y de las decisiones que hagan posibles. Reunir los instrumentos del libro permite elegir con intención. El oficio empieza a afirmarse cuando podemos explicar por qué usamos una herramienta, cómo la adaptamos y qué comprensión nos permite alcanzar.

¿Qué instrumento necesita hoy nuestra investigación y para qué lo vamos a usar?

«Un instrumento no es una jaula: es un bastón para que el asombro camine más lejos.»

MILC

Llegamos a la última parte del libro, la más práctica de todas. Hemos entendido por qué la curiosidad es natural, qué la apaga, cómo darle método sin domarla, el ciclo que la vuelve investigación y las arenas donde gana su rigor. Ahora toca reunir las herramientas en un solo lugar (un cuaderno de oficio) y trazar la ruta por grados (el próximo capítulo). Este es el manual: no teoría nueva, sino la caja de instrumentos que este libro fue dejando por el camino, ordenada para usarse.

Un libro sobre investigación corre siempre el riesgo de quedarse en las alturas de la teoría (bello de leer, imposible de aplicar). Este capítulo baja de esas alturas al suelo del aula. Todo lo dicho hasta aquí (el asombro, el ciclo, las arenas) no vale nada si el lunes por la mañana el maestro no sabe qué poner sobre la mesa. Por eso la última parte del Tomo III no añade ideas: recoge herramientas. Es el momento en que el libro deja de pedirle al lector que piense distinto y empieza a ofrecerle con qué hacer distinto.

Herramientas, no jaulas

Antes de listarlas, una advertencia que atraviesa todo el tomo: un instrumento del método no es una jaula para la curiosidad, es un **bastón** para que camine más lejos. Cada protocolo de este libro (la bitácora, el muro de preguntas, el lienzo de prototipo) no existe para controlar al estudiante, sino para **ampliar su alcance**. El día en que un instrumento empieza a apagar el asombro en vez de sostenerlo, hay que revisarlo: se volvió jaula, y traicionó su función. La prueba de un buen instrumento es simple: ¿el estudiante llega más lejos con él que sin él? Si sí, sirve. Si no, sobra.

Esta distinción tiene raíces hondas en la pedagogía. Lev Vygotski mostró que el desarrollo del pensamiento no ocurre en soledad, sino con la mediación de instrumentos: igual que la mano humana se agranda con la herramienta, la mente se agranda con lo que él llamó **instrumentos psicológicos** (el lenguaje, los signos, los esquemas que la cultura pone en manos del aprendiz). El estudiante no piensa mejor porque se le exija pensar mejor, sino porque se le da con qué. Y el concepto que corona esa idea es la **zona de desarrollo próximo**: la distancia entre lo que un estudiante puede hacer solo y lo que puede hacer con el apoyo adecuado (Vy-

gotski, 1978/1979). Un buen instrumento del oficio hace exactamente eso: coloca al alcance del estudiante algo que hoy no podría hacer sin ayuda, para que mañana lo haga por sí mismo.

Un apoyo puede cambiar a medida que el estudiante gana autonomía. La plantilla que al principio guía cada pregunta puede simplificarse cuando ya sabe organizar su indagación. **Lo que se retira es la guía rígida, no el registro**: la bitácora, los datos y las decisiones deben seguir disponibles para revisar el trabajo. Un instrumento ayuda cuando permite hacer mejor algo que importa y deja margen para elegir cómo hacerlo. La pregunta docente es doble: ¿qué apoyo necesita hoy este estudiante y qué decisiones está preparado para asumir por sí mismo?

El Cuaderno del Ciclo del Asombro

Reunimos los instrumentos en un solo lugar, ordenados por el ritmo del ciclo: el **Cuaderno del Ciclo del Asombro**. No es un formato que llenar, sino una caja de herramientas de la que tomar la que cada momento pide.

- **Para despertar y cuidar la curiosidad** (Parte I): la *Bitácora del asombro* (Cap. 1), el *Muro de preguntas* (Cap. 2) y el *Diario de curiosidades* (Cap. 3).
- **Para no apagarla** (Partes II-III): la *Auditoría «respuestas vs. preguntas»* (Cap. 4), la *Pantalla que crea* (Cap. 5), el *Tablero de preguntas vivas* (Cap. 6), la plantilla *De la curiosidad a la pregunta investigable* (Cap. 7), el *Kit mínimo de escritura científica* (Cap. 8) y el *Silencio productivo* del maestro (Cap. 9).
- **Para recorrer el ciclo** (Parte IV): la *Cartografía de problemas del territorio* (Escucha, Cap. 10), la *Plantilla de bitácora de datos* (Sistematización, Cap. 11), el *Lienzo de prototipo* (Proyección, Cap. 12) y el *Plan de devolución* (Liberación, Cap. 13).
- **Para salir a las arenas** (Parte V): *Entrar a una campaña* (Cap. 14), el *Calendario de convocatorias* (Cap. 15), *Ensayar la sustentación* (Cap. 16) y *Publicar el primer trabajo* (Cap. 17).

Véase la figura 21, p. 165.

Ningún maestro necesita todos a la vez. El Cuaderno se usa como se usa una caja de herramientas: se toma la que la tarea pide, cuando la pide. Nadie carga el martillo mientras atornilla, ni saca todos los instrumentos por miedo a que falte alguno. Un maestro que intentara aplicar los diecisiete instrumentos en un mismo trimestre no formaría investigadores: los ahogaría en burocracia. La sabiduría del oficio está tanto en saber qué instrumento tomar como en saber cuál dejar guardado.

FIGURA 21 · LECTURA VISUAL

Qué herramienta tomar y cuándo

Despertar y cuidar la curiosidad

Bitácora del asombro	Cap. 1
Muro de preguntas	Cap. 2
Diario de curiosidades	Cap. 3

No apagar y dar método

Auditoría «respuestas vs. preguntas»	Cap. 4
La pantalla que crea	Cap. 5
Tablero de preguntas vivas	Cap. 6
De la curiosidad a la pregunta investigable	Cap. 7
Kit mínimo de escritura científica	Cap. 8
El silencio productivo	Cap. 9

Recorrer el ciclo

Escucha: cartografía de problemas del territorio	Cap. 10
Sistematización: plantilla de bitácora de datos	Cap. 11
Proyección: lienzo de prototipo	Cap. 12
Liberación: plan de devolución	Cap. 13

Salir a las arenas

Entrar a una campaña	Cap. 14
Calendario de convocatorias	Cap. 15
Ensayar la sustentación	Cap. 16
Publicar el primer trabajo	Cap. 17

El Cuaderno se consulta según la necesidad de la investigación: se toma la herramienta que ayuda en ese momento.

Mapa de los 17 protocolos de los capítulos 1–17. No es una lista de cumplimiento; cada docente selecciona, adapta y revisa los instrumentos que necesita.

Conviene subrayar por qué el orden importa tanto como la lista. Los instrumentos no están agrupados por tema ni por dificultad, sino por el **momento del ciclo** en que sirven: hay herramientas para despertar la pregunta, otras para no apagarla, otras para recorrer la investigación y otras para salir al mundo con ella. Ese orden no es un capricho de archivador: es la forma de recordarle al maestro que cada instrumento tiene su hora. Sacar el lienzo de prototipo (una herramienta de Proyección) cuando el estudiante todavía no ha escuchado su territorio ni sistematizado un solo dato es como empezar la casa por el tejado: el instrumento, aunque bueno, llega a destiempo y no sostiene nada. Por eso el Cuaderno se lee menos como un catálogo y más como una partitura: importa qué se toca, pero importa igual cuándo. Un maestro que entiende el ritmo del ciclo sabe que la mitad del arte está en la oportunidad, en darle a cada instrumento el momento en que de verdad amplía el asombro en lugar de estorbarlo.

El Atlas de Arenas

Al Cuaderno lo acompaña su complemento indispensable: el **Atlas de Arenas**, el directorio (verificado en fuentes oficiales) de las puertas reales por donde un colegio colombiano puede sacar su investigación al mundo. Organizado en las cuatro arenas (ciencia ciudadana, convocatorias, ferias y publicaciones), reúne para cada una qué es, quién puede participar, cómo se entra, cada cuánto abre y su enlace oficial, con especial atención a lo accesible desde el Valle del Cauca y la región de Cartago. El Atlas es lo que evita que las arenas de la Parte V se queden en buenas intenciones: convierte «deberían publicar» en «aquí está la puerta, así se cruza». (Se incluye como anexo del tomo, con la advertencia de confirmar fechas y condiciones vigentes cada año en la fuente oficial.)

CONCEPTO MILC

El Cuaderno y el Atlas

El **Cuaderno del Ciclo del Asombro** reúne los instrumentos del oficio (ordenados por las fases del ciclo); el **Atlas de Arenas** reúne las puertas reales para salir al mundo (verificadas). Juntos son el manual operativo del Tomo III: uno responde *cómo* investigar, el otro *hacia dónde* llevarlo. Ambos comparten una regla: son bastones, no jaulas (sirven en la medida en que el estudiante llega más lejos con ellos), y una ética: cero invención de datos o fuentes, crédito con solo el primer nombre, consentimiento y honestidad.

Instrumentos en manos de estudiantes

Los instrumentos no son un ideal: en el aula de la que nace este libro, ya son práctica cotidiana.

VENTANA AL AULA

El taller de producir conocimiento

(Producción académica con IA y LaTeX, 2025-2026. Testimonio real; sin nombres.)

En el semillero, producir conocimiento se volvió un oficio con herramientas. Los estudiantes elaboran **informes, documentos, prototipos y socializaciones** apoyándose en la escritura académica, en LaTeX (con el que se componen los libros y los artículos científicos) y en la inteligencia artificial, usada con una regla clara: para **estructurar y ampliar**, nunca para pensar en lugar del estudiante, y siempre con trazabilidad de las fuentes.

Lo notable es que esos instrumentos no volvieron a los estudiantes más rígidos ni menos curiosos: los volvieron más **capaces**. Con las herramientas del oficio en la mano, sus ideas llegaban más lejos y con mejor forma. El instrumento no fue jaula: fue bastón. Y el aula se pareció, cada vez más, a un taller donde se produce conocimiento de verdad, con las mismas herramientas con que lo produce la ciencia adulta (adaptadas, pero reales).

Ese caso confirma el sentido del capítulo: darle a un estudiante las herramientas del oficio no lo encierra, lo **agranda**. El Cuaderno y el Atlas no son burocracia escolar; son el bastón y el mapa con los que el asombro camina más lejos y encuentra la puerta de salida. Y hay un detalle que conviene subrayar: esos instrumentos son casi todos **gratuitos o de bajo costo** (una bitácora es un cuaderno, un muro de preguntas es una pared, LaTeX es libre, el Atlas es un anexo de este libro). No hacen falta laboratorios caros ni licencias costosas para empezar a dar método al asombro. La herramienta más poderosa del oficio no se compra: es la decisión del maestro de tomarla y usarla.

Ahora bien, hay una objeción que este capítulo debe enfrentar de frente, porque toca la herramienta más nueva y más discutida de todas: la inteligencia artificial. Muchos temen (con razones) que una IA que estructura, redacta y amplía no sea un bastón sino una **muleta**: que el estudiante que la usa deje de pensar, que delegue en la máquina justo el esfuerzo que lo haría crecer, que confunda tener un texto con haber aprendido. La preocupación es legítima y no debe despacharse con entusiasmo tecnológico. Pero la respuesta MILC es la misma que vale para todo instrumento: lo que decide si una herramienta es bastón o jaula no es la herramienta,

sino **cómo se usa**. Una IA que piensa en lugar del estudiante es una jaula (lo empequeñece, lo vuelve dependiente). Una IA usada para estructurar lo que el estudiante ya pensó, para ampliar fuentes que él luego verifica, para dar forma a una idea que es suya (con trazabilidad, con criterio, con la última palabra siempre humana) es un bastón. La regla que separa una cosa de la otra es simple y exigente: la IA no reemplaza el pensamiento del estudiante, lo **extiende**; y todo lo que produce con ella debe poder rastrearse hasta una fuente y defenderse con sus propias palabras. Prohibir el instrumento por miedo a su mal uso sería como prohibir el lápiz porque con él se puede copiar. La tarea no es prohibir: es enseñar a usarlo bien, y esa enseñanza empieza (como todo en este libro) por el maestro.

VENTANA AL AULA

El maestro también aprende la herramienta

(Formación docente en planeación curricular con IA, 2026. Testimonio real; sin nombres.)

Ningún instrumento llega al aula si antes no pasa por las manos del maestro. Por eso, cuando la inteligencia artificial dejó de ser una curiosidad para volverse una herramienta del oficio, la institución hizo lo coherente: no la impuso a los estudiantes sin más, sino que empezó por **formar a sus propios docentes**. Arrancó así una formación docente en **planeación curricular mediada por inteligencia artificial**: los maestros aprendiendo a usar la herramienta en su propio trabajo antes de llevarla al de sus estudiantes.

El gesto es más profundo de lo que parece. Un maestro no puede enseñar a usar como bastón (y no como jaula) una herramienta que él mismo no domina. Si el docente no ha experimentado en carne propia dónde la IA ayuda y dónde estorba, dónde amplía el pensamiento y dónde lo suplanta, difícilmente sabrá poner el límite justo a sus estudiantes. Al aprender a apoyarse en la IA para planear (para estructurar una secuencia, para ampliar un repertorio de actividades, para pulir un instrumento de evaluación) sin dejar que ella decidiera por él, el maestro vivió, en su propio oficio, la misma regla que luego pediría en el aula: la herramienta extiende el criterio del que la usa, no lo reemplaza. Y así el manual del Tomo III mostró su alcance más ambicioso: no es solo una caja de instrumentos para el estudiante, sino también para el maestro que aprende, junto a él, a manejar las herramientas de un oficio que no deja de renovarse.

Ese último caso amplía el capítulo hasta su consecuencia natural. Si los instrumentos son bastones para el asombro, entonces el primero que necesita aprender a usarlos bien es quien

los pone en manos de los estudiantes. La formación docente no es un apéndice del manual: es su condición. Un Cuaderno del Ciclo del Asombro en manos de un maestro que no lo ha hecho suyo es papel muerto; el mismo Cuaderno en manos de un maestro que se formó en él es una herramienta viva. Por eso el oficio de investigar, en MILC, se aprende de dos lados a la vez: el estudiante que se agranda con las herramientas, y el maestro que se agranda aprendiéndolas para poder ofrecerlas.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*De todos los instrumentos de este libro, ¿cuál podría empezar a usar **mañana**, sin comprar nada ni pedir permiso a nadie? (Casi siempre, el primero: la bitácora del asombro. Empieza pidiendo preguntas.)*

PROTOCOLO MILC

Armar su propio Cuaderno

Propósito: que cada docente (y cada semillero) construya su versión operativa del Cuaderno del Ciclo del Asombro.

1. Fotocopie o transcriba, en una sola carpeta, los instrumentos de este libro que le sirvan (no todos: los que su contexto pida).
2. Ordénelos por el ciclo (despertar → no apagar → escuchar → sistematizar → proyectar → liberar → salir a las arenas), como una ruta a la que volver.
3. Adjunte su copia del **Atlas de Arenas** (p. 182) y márquele las tres puertas más realistas para su institución este año.
4. Úselo como cuaderno vivo: agréguele lo que funcione, quítele lo que se vuelva jaula. El mejor manual es el que cada maestro reescribe con su práctica.

Variantes y advertencias. Si es maestro solo, empiece con tres instrumentos, no con diecisiete: el exceso de herramientas al principio abruma y termina en cajón cerrado (más vale un Cuaderno flaco que se usa que uno gordo que asusta). Si arma el Cuaderno en equipo de área, cuiden que no se vuelva un formato de entrega con nota: en cuanto el Cuaderno se burocratiza (se llena para cumplir, no para investigar), dejó de ser bastón y se hizo jaula, justo lo que este libro combate. Antes de llevar al aula cualquier instrumento nuevo (y en especial la inteligencia artificial), pruébelo primero en su propia planeación: no se enseña a usar bien como bastón lo que uno no ha

PROTOCOLO MILC
(continúa)

experimentado; el maestro que se formó en la herramienta pone el límite con criterio, el que la improvisa lo pone al azar. Con la IA, fije de entrada la regla y hágala visible a los estudiantes: estructurar y ampliar, sí; pensar en su lugar, no; y trazabilidad de fuentes siempre (todo lo producido con ayuda debe poder rastrearse y defenderse con las propias palabras). Y revise el Cuaderno cada cierto tiempo con una sola pregunta en la mano: ¿mis estudiantes (y yo) llegamos más lejos con estos instrumentos, o más rígidos? Si la respuesta es «más rígidos», algo se volvió jaula y hay que soltarlo, aunque cueste.

Un Cuaderno propio, con el Atlas al lado, convierte este libro de una lectura en una herramienta. Y una herramienta usada vale más que cien libros leídos.

◎

Tenemos las herramientas y el mapa. Falta lo último: trazar la ruta completa, de sexto a once, para que investigar no sea la actividad de un semillero de elegidos, sino la forma en que todo un colegio aprende, grado a grado. A ese programa por etapas (y a su evaluación liberadora) dedicamos el capítulo final.

CAPÍTULO 19

Programa por etapas

Una continuidad de sexto a once para aprender a investigar.



EN EL UMBRAL

Una pregunta trabajada en un grado puede dejar una huella que otro grupo retome. Para que esa continuidad ocurra hacen falta acuerdos, apoyos y una memoria que sobreviva al cambio de personas. Imaginar el recorrido de sexto a once invita a mirar más allá de una actividad: qué autonomía puede crecer, qué exigencias se profundizan y cómo cada estudiante encuentra un lugar para investigar.

¿Qué tendría que permanecer y qué debería crecer al volver a investigar cada año?

«Del sexto al once, un aula que investiga no forma alumnos: forma personas que ya no esperan permiso para preguntar.»

MILC

Cerramos el libro con la pregunta que decide si todo lo anterior será una experiencia bonita de unos pocos o una transformación real: **¿cómo se lleva esto a un colegio entero, de sexto a once?** Porque investigar no puede ser el privilegio de un semillero de elegidos. El compromiso del modelo es que **todos** los estudiantes tengan oportunidades de preguntar e investigar, con los apoyos que necesiten. Este último capítulo traza esa ruta: un programa por etapas que integra el ciclo, las arenas y una forma distinta de evaluar.

Aquí se juega la diferencia entre una anécdota y una política. Un semillero brillante puede ser el mérito de un maestro con vocación y un puñado de estudiantes con suerte; el día en que ese maestro se traslada o esos estudiantes se gradúan, la experiencia se apaga. Un programa por etapas es otra cosa: es la curiosidad convertida en **estructura**, en algo que no depende de la suerte de tener «al profe bueno» en el salón, sino que está tejido en el andamiaje mismo de la institución, grado por grado. Este capítulo no cierra el libro con una ilusión, sino con un plano de construcción: cómo pasar del entusiasmo de unos pocos al derecho de todos.

Esta apuesta es ética antes que selectiva: no se necesita demostrar un talento innato para merecer una oportunidad de investigar. Los estudiantes llegan con historias, recursos y formas distintas de expresar su curiosidad. Un programa institucional debe ampliar las posibilidades de participación, atender esas diferencias y evitar que el acceso dependa de un cupo, de la facilidad para hablar o de una calificación previa.

Una ruta que crece con el estudiante

El programa no repite lo mismo en cada grado: **crece con el estudiante**, poniendo el acento en distintas fases del ciclo según la edad. Es una progresión, no una repetición.

- **Etapa 1 · Despertar (6.º–7.º).** El acento está en la Escucha y en cuidar la curiosidad. Los más pequeños aprenden a preguntar (muro de preguntas, diario de curiosidades), a mirar su territorio (cartografía de problemas) y a registrar (primeras bitácoras). La meta no es el gran proyecto, sino que **la pregunta vuelva a ser bienvenida**.

- **Etapa 2 · Investigar (8.º–9.º).** El acento pasa al ciclo completo: de la pregunta situada a los datos (Sistematización) y a la propuesta (Proyección, primeros prototipos frugales). Aquí aparece la primera salida a una arena cercana (una feria interna, una campaña de ciencia ciudadana). La meta es que el estudiante **complete un ciclo** de principio a fin.
- **Etapa 3 · Proyectar y publicar (10.º–11.º).** El acento está en el alcance y la autonomía: convocatorias nacionales, ferias regionales, publicación (autoría joven) y liderazgo (formar a los más pequeños, como vimos en varias Ventanas). La meta es que el estudiante **salga al mundo** con su investigación y, al hacerlo, se descubra investigador.

No es una camisa de fuerza (cada institución la adapta a su realidad), sino un mapa de progresión: qué acentuar en cada tramo para que, al llegar a once, un estudiante sepa investigar realmente (no porque se lo dijeron, sino porque lo hizo, muchas veces, con dificultad creciente).

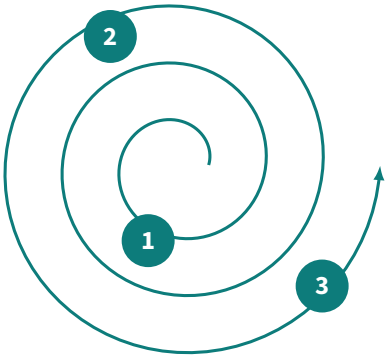
Esta idea de una ruta que crece por espirales tiene abolengo pedagógico. Jerome Bruner sostuvo que cualquier asunto puede enseñarse, de forma honesta, en cualquier edad, si se ajusta al modo de pensar del estudiante: es su célebre **currículo en espiral** (Bruner, 1960), en el que un mismo núcleo (aquí, el ciclo del asombro) se retoma una y otra vez, cada vez con mayor hondura y exigencia. El estudiante de sexto que aprende a preguntar y el de once que publica no hacen cosas distintas: hacen la misma cosa (investigar) en dos vueltas de la misma espiral, cada una construida sobre la anterior. Por eso el programa no es una escalera de temas sueltos, sino una espiral de una sola competencia que madura: preguntar, indagar, sistematizar, proyectar, liberar, salir al mundo (lo mismo a los once años que a los diecisiete, pero cada vez con más rigor, más autonomía y más alcance).

La espiral permite volver sobre una pregunta o un procedimiento con recursos nuevos. No vuelve prescindibles los contenidos: comprender un fenómeno requiere conocimientos de su campo, y cada regreso puede ponerlos en relación con lo ya aprendido. El progreso se observa cuando el estudiante formula mejor una pregunta, elige un procedimiento pertinente, reconoce límites y usa lo aprendido en otra situación. Esas capacidades necesitan práctica y seguimiento; no se garantizan por repetir un formato cada año.

Véase la figura 22, p. 174.

FIGURA 22 · LECTURA VISUAL

La misma investigación, con más profundidad



El mismo ciclo en nuevas vueltas

Más profundidad, autonomía y alcance

1 · 6.º–7.º
Despertar

Cuidar la pregunta y escuchar el territorio.

Primeras bitácoras, muro de preguntas y cartografía.

2 · 8.º–9.º
Investigar

Completar el ciclo y probar una propuesta.

Registros, primeros prototipos y una arena cercana.

3 · 10.º–11.º
Proyectar y publicar

Ampliar la autonomía y compartir la investigación.

Publicaciones, convocatorias y acompañamiento a otros.

La competencia investigadora se retoma en cada etapa con mayor profundidad, autonomía y alcance, según el contexto de la institución.

Representación del programa del capítulo 19. Cada tramo tiene un énfasis; ninguna fase queda reservada de forma exclusiva a un grado.

Evaluar sin apagar

Un programa así exige una forma de evaluar coherente con todo el libro, porque la evaluación tradicional (la que premia la respuesta correcta) apagaría justo lo que queremos cultivar. Llamamos a esta forma **evaluación liberadora**: una que no mide solo el producto final, sino el **proceso** (¿hizo buenas preguntas?, ¿fue honesto con sus datos?, ¿sostuvo el error hasta convertirlo en aprendizaje?, ¿le devolvió algo a su comunidad?). Una evaluación que incluye la mirada del propio estudiante (autoevaluación) y la de sus pares, y que trata el error no como falta a castigar sino como parte del oficio.

Evaluar así es difícil (es más fácil poner una nota a una respuesta que valorar un proceso). Pero es lo único coherente con un aula que quiere formar investigadores y no recipientes. Porque lo que se evalúa es lo que de verdad se enseña: si solo evaluamos respuestas correctas, enseñamos a repetir; si evaluamos también preguntas, honestidad, coraje y devolución, enseñamos a investigar.

Este principio (se enseña lo que se evalúa) es quizá el más subestimado de toda la pedagogía, y merece decirse sin rodeos: los estudiantes no aprenden lo que el maestro dice que valora, sino lo que el maestro efectivamente califica. Un docente puede repetir todo el año que lo importante es preguntar, arriesgarse, equivocarse y volver a intentar; pero si a la hora de la nota solo cuenta la respuesta correcta, los estudiantes aprenderán (con razón, porque no son tontos) que lo que de verdad importa es acertar sin arriesgar. La evaluación es el mensaje más honesto que una escuela envía sobre lo que valora, porque es el único que tiene consecuencias. De poco sirve un currículo que proclama la investigación si la evaluación sigue premiando la memoria: el estudiante creerá a la evaluación, no al discurso. Por eso la evaluación liberadora no es un apéndice del programa por etapas, sino su prueba de verdad: es el lugar donde se ve si la institución cree de verdad en lo que predica. Cambiar el discurso es fácil y gratis; cambiar lo que se pone en la casilla de la nota es lo que de verdad transforma un aula.

Aquí hay que enfrentar la objeción más seria que puede hacérsele a todo este programa, porque no viene de sus enemigos sino de maestros honestos. Suena así: «Todo esto es hermoso, pero mi realidad son cuarenta estudiantes por salón, un currículo saturado, pruebas estandarizadas que miden respuestas correctas y un calendario que no da respiro. La evaluación de procesos suena bien, pero no tengo tiempo de sentarme a valorar el coraje o la honestidad de cuarenta procesos distintos; me piden una nota numérica y me la piden en fechas fijas». La objeción es real y sería deshonesto ignorarla. Pero tiene respuesta, y la respuesta no es «espere a que el sistema cambie» (nunca cambiará solo). Es esta: la evaluación liberadora no exige abolir la nota tradicional, sino **no dejarla sola**. No se trata de valorar de forma artesanal cuarenta procesos completos cada semana, sino de introducir, junto a la nota de siempre, unos pocos

momentos de autoevaluación y coevaluación que el propio estudiante gestiona (una rúbrica corta que él llena sobre su proceso (véase Evaluar para seguir investigando, p. 189), una valoración entre pares de diez minutos, una revisión de la bitácora al cerrar cada ciclo). El maestro no multiplica su trabajo: lo **redistribuye**, devolviéndole al estudiante parte de la responsabilidad de mirar su propio aprendizaje. Y esa redistribución, lejos de ser una carga más, enseña algo que ninguna prueba estandarizada enseña: a evaluarse a sí mismo con honestidad, que es una de las competencias más adultas y más raras que existen. La restricción es real; la parálisis, no. Se empieza pequeño, en una unidad, con una rúbrica de proceso, y se crece desde ahí.

CONCEPTO MILC

Programa por etapas y evaluación liberadora

El **programa por etapas** lleva el ciclo del asombro a toda la institución en una progresión de sexto a once (Despertar → Investigar → Proyectar y publicar), para que investigar sea de todos y no de unos elegidos. Lo sostiene la **evaluación liberadora**: valorar el **proceso** (preguntas, honestidad, coraje, devolución) además del producto, con autoevaluación y coevaluación, y tratando el error como parte del oficio. Se evalúa lo que se quiere formar: si solo se premia la respuesta correcta, se forma para repetir; si se valora también la pregunta, se forma para investigar.

Cuando investigar se volvió de toda la institución

Que un colegio entero investigue no es una utopía: es un proceso que puede documentarse paso a paso.

VENTANA AL AULA

De sexto a once, todos investigando

(Cultura investigativa institucional, 2024-2025. Testimonio real; sin nombres.)

Hubo un año en que la investigación dejó de ser cosa de un semillero y se volvió de la institución. Primero, el consejo académico aprobó la experiencia como **proyecto transversal institucional** (para la investigación, el desarrollo humano y el buen vivir): ya no era una actividad de unos pocos entusiastas, sino una apuesta de todo el colegio. Después, el ecosistema articuló bajo una sola sombrilla la robótica, la astronomía, la ciencia ciudadana, el pensamiento computacional y la innovación.

VENTANA AL AULA
(continúa)

Y el fruto se vio en números: en una sola feria regional participaron **cuarenta y ocho proyectos de estudiantes de sexto a once**. No los mejores cinco: cuarenta y ocho, de todos los grados. Esa participación amplió el alcance de la propuesta a distintos grados. El dato muestra una presencia institucional creciente; para saber cómo aprendió cada grupo hacen falta sus registros, producciones y evaluaciones.

Cuando una institución sostiene un programa así, tarde o temprano el mundo de afuera lo nota. Y ese reconocimiento externo importa por una razón concreta: convierte el esfuerzo interno en algo que las autoridades educativas ven, nombran y respaldan. No es vanidad; es sostenibilidad. Un programa reconocido desde afuera es más difícil de desmontar desde adentro.

VENTANA AL AULA

Un nodo en el mapa

(La institución, elegida nodo de pensamiento computacional, 2024. Testimonio real; sin nombres.)

Llegó un momento en que el trabajo de años dejó de ser un asunto interno del colegio y pasó a figurar en un mapa más grande: la **institución fue elegida como nodo de pensamiento computacional**. Ser «nodo» no es un adorno en el escudo del colegio. Un nodo es un punto de una red por el que pasa y se distribuye algo (aquí, la formación en pensamiento computacional): significa que la institución dejó de ser solo receptora de programas ajenos y se volvió un lugar desde el cual eso se irradia hacia otros docentes y otros estudiantes.

El detalle importa para todo este capítulo. El pensamiento computacional (aprender a descomponer un problema, a reconocer patrones, a diseñar una secuencia de pasos para resolverlo) es, en el fondo, una forma disciplinada de investigar: la misma que el programa por etapas cultiva de sexto a once. Que una entidad externa eligiera a la institución como nodo fue el reconocimiento de que ese programa no era retórica: era una capacidad real, tan sólida que valía la pena convertirla en punto de distribución para otros. Y ahí se cerró un arco silencioso: lo que había empezado como la curiosidad de unos pocos estudiantes de un colegio público del Norte del Valle terminó reconocido como un nodo en una red mayor, capaz de formar más allá de sus propios muros. El programa por etapas había pasado su prueba más exigente: no solo servía puertas adentro; servía como semilla puertas afuera.

Ahí se ve el destino de todo el libro: no un semillero de elegidos, sino un colegio donde, de sexto a once, investigar es lo normal, y donde esa normalidad llega a ser tan sólida que otros la reconocen y la reciben. Ese es el punto de llegada del Tomo III: una institución entera que dejó de apagar el sentido investigador de sus estudiantes y decidió, en cambio, cultivarlo grado a grado, hasta volverse un nodo desde el cual ese cultivo se comparte.

PREGUNTA MAYÉUTICA

*Imagine a un estudiante de su institución el día que termina once. ¿Qué debería saber **investigar** (no repetir: investigar)? Y hoy, ¿quién y en qué grado se lo está enseñando, de forma que crezca año a año?*

PROTOCOLO MILC

Matriz de progresión 6.º–11.º

Propósito: que la institución trace su propia ruta para que investigar crezca con el estudiante, grado a grado.

1. Dibujen una tabla con los grados (6.º a 11.º) en las filas y cuatro columnas: **fase del ciclo que se acentúa · instrumento clave · arena a la que se aspira · qué se evalúa**.
2. Llénenla con acuerdo de área (no cada docente por su lado): en 6.º-7.º, despertar y escuchar; en 8.º-9.º, ciclo completo y primera arena; en 10.º-11.º, convocatorias, ferias, publicación y liderazgo.
3. Definan la **evaluación liberadora** de cada etapa: qué del proceso se valora (preguntas, honestidad, devolución), y cómo entran la autoevaluación y la coevaluación.
4. Revísenla cada año con la experiencia real (qué funcionó, qué se volvió jaula). La matriz es un mapa vivo, no un decreto.

Variantes y advertencias. No intenten arrancar en los seis grados a la vez: empiecen por una sola etapa (casi siempre 6.º-7.º, el despertar) y suban un grado por año, dejando que la primera generación «suba» con el programa. Un programa que se impone completo de golpe, sin que nadie lo haya vivido antes, suele volverse letra muerta en el archivo del PEI. Cuiden que la matriz sea acuerdo de área y no imposición de coordinación: un programa que los maestros no sienten propio se cumple en el papel y se ignora en el aula. Si la institución logra reconocimiento externo (ser nodo, ganar una convocatoria, figurar en una red), úsenlo como palanca de sostenibilidad,

PROTOCOLO MILC
(continúa)

no como trofeo: el reconocimiento sirve para blindar el programa ante los cambios de administración, no para colgarlo en la pared y descuidarlo. Y revisen la matriz con honestidad cada año, preguntándose lo de siempre: ¿esto ayuda a que los estudiantes investiguen más, o se volvió un formato que se llena para cumplir? En cuanto la progresión se burocratiza, dejó de ser mapa y se hizo decreto, justo lo contrario de lo que este libro buscó. *Cuando la progresión es de toda la institución y no de un maestro aislado, la investigación deja de depender de la suerte de tener «al profe bueno»: se vuelve un derecho de todos los estudiantes, en todos los grados.*

Hemos llegado al final del recorrido. Tenemos el porqué (la curiosidad es natural), el diagnóstico (qué la apaga), el corazón (darle método sin domarla), el ciclo (escuchar, sistematizar, proyectar, liberar), las arenas (donde gana rigor y alcance) y el manual (el Cuaderno, el Atlas y el programa por etapas). Solo queda volver al principio, al niño que soñaba ciencia, para descubrir qué fue de su sueño. A eso dedicamos las últimas páginas.

Volver a soñar ciencia

> *«El niño que soñó ciencia no despertó del sueño: aprendió a construirlo.»*
>
> **MILC**

Empezamos este libro con un niño en cuclillas en el patio, mirando lo que había debajo de una piedra. Reconocimos en ese gesto una disposición a explorar que puede convertirse en investigación con enseñanza y práctica. Sostuvimos una tesis sencilla y exigente: la escuela puede cultivar la curiosidad, darle método a ese sueño **sin apagarlo**. Llamamos sentido investigador a esa relación entre atención, pregunta y búsqueda; aprender a investigar sigue siendo un oficio que se enseña.

Todo el recorrido salió de ahí. Vimos que el asombro es el sentido y la pregunta su gesto (Parte I); que la escuela, con el modelo bancario, el mercado de la atención y el «¿por qué?» corregido, sabe apagarlo (Parte II); que se le puede dar método sin domarlo, porque el rigor bien entendido no enjaula la curiosidad sino que le pone alas (Parte III); que ese método tiene un ritmo (escuchar, sistematizar, proyectar, liberar) que organiza el recorrido de este tomo, con evaluación y revisión en cada fase (Parte IV); que ese pulso gana su rigor y su alcance al salir a las arenas de la ciencia real (Parte V); y que todo esto cabe en un manual y en una ruta que un colegio entero puede recorrer, de sexto a once (Parte VI).

El sueño que se aprende a construir

Si algo debería quedar de este libro, es un cambio de mirada. La curiosidad de los estudiantes no es una etapa infantil que superar ni una distracción que encauzar: es el **material más valioso** que entra al aula cada mañana. Un maestro que lo entiende deja de preguntarse cómo encender la curiosidad (llega encendida) y empieza a preguntarse cómo no apagarla, y cómo darle alas.

Por eso el niño que sueña ciencia no tiene que despertar de su sueño para volverse adulto y serio. Al contrario: la escuela que este libro imagina no lo despierta, lo **acompaña a construir** lo que soñaba. El sueño no se abandona en la puerta del aula; se le dan herramientas, un método, unas arenas, para que se vuelva real. Soñar ciencia y hacer ciencia no son dos etapas

sucesivas (primero la ilusión infantil, luego el rigor adulto): son la misma cosa, cuando el aula hace bien su trabajo. El rigor no es el final del sueño; es su forma de hacerse verdad.

La continuidad está en los que siguen

La señal de que un aula formó de verdad no es un premio ni una medalla: es la **continuidad**. Es ver que la curiosidad, cuidada en unos, se transmite a otros; que los que aprendieron enseñan; que el asombro se vuelve cultura y pasa de una generación de estudiantes a la siguiente.

VENTANA AL AULA

El relevo del asombro

(Primera campaña IASC de 2026, liderada por estudiantes. Testimonio real; alias de primer nombre.)

Años después de que un grupo mirara el cielo desde el encierro (Cap. 1), otro estudiante, **Tomás**, lideró la primera campaña de búsqueda de asteroides de 2026 y ayudó a formar a nuevos líderes. Su participación permite reconocer una continuidad concreta: estudiantes que, después de aprender un procedimiento, acompañan a otros a ponerlo en práctica.

Ese relevo (el estudiante que fue formado y ahora forma) es una señal valiosa de continuidad en la experiencia del semillero. El asombro de unos pocos se había convertido en el patrimonio de muchos. Y ahí, en ese paso del testigo de una generación a otra, se ve el verdadero fruto de un aula que decidió no apagar el sueño, sino ayudarlo a construirse.

Una deuda y una invitación

Este libro termina, como el Tomo II, con una deuda y una invitación.

La **deuda** es con cada niño que llegó a la escuela preguntando y salió de ella callado. Con cada «¿por qué?» que se corrigió por falta de un minuto, cada curiosidad que se trató como estorbo, cada sueño de ciencia que un aula apurada apagó sin darse cuenta. Reconocerlo permite decidir cómo ofrecer otra oportunidad.

La **invitación** es más luminosa, y es para el maestro que sostiene este libro. No hace falta un laboratorio costoso, ni tecnología de punta, para empezar. Basta un gesto, mañana, en la primera clase: **volver a pedir preguntas, y tratarlas como si valieran**. De ahí sale todo lo demás. Ayude a que una pregunta encuentre tiempo, herramientas y compañía.

Ese alguien puede ser usted.

ANEXO 1

Atlas de Arenas

Una arena vale por lo que permite aprender. Este directorio ayuda a elegir una puerta según la pregunta, la edad del grupo y los recursos disponibles. Se consultaron las fuentes indicadas en octubre de 2026; su inclusión **no significa que la inscripción siga abierta**.

En cada ruta, el equipo debe confirmar las bases de la edición vigente. «Sin cobro» por una plataforma o campaña no elimina los gastos de conexión, transporte, materiales ni acompañamiento. Los enlaces llevan al organizador o a su documentación; las experiencias del libro no sustituyen esos requisitos.

Ruta de consulta: ciencia ciudadana, pp. 182–183; convocatorias, p. 184; encuentros, p. 185; publicaciones, p. 186. Ética e IA, p. 187; evaluación, p. 189.

IASC · Buscar con datos astronómicos

Para qué y para quién. Equipos interesados en astronomía que puedan aprender a distinguir señales reales y falsas en imágenes.

Entrada y recursos. Consultar el registro de campañas y preparar el uso de Astrometrica y el reporte MPC. El servicio se ofrece sin costo; hace falta equipo compatible, conexión y tiempo de formación.

Antes de comprometerse. Confirmar disponibilidad, calendario y condiciones del equipo. Un reporte preliminar no equivale a un descubrimiento confirmado ni a un derecho inmediato a nombrar un asteroide.

Fuente: International Astronomical Search Collaboration · cosmosearch.org.

GLOBE · Observar el sistema Tierra

Para qué y para quién. Grupos escolares que quieran construir observaciones comparables con un protocolo definido. El de nubes ofrece un punto de partida concreto.

Entrada y recursos. Elegir el protocolo de *Clouds*, preparar sus guías y revisar formación, registro y envío de datos. No extrapolar sus requisitos a todos los protocolos de GLOBE.

Antes de comprometerse. Comprobar instrumentos, unidades, horarios y requisitos de participación. Las actividades al aire libre deben contar con acompañamiento y condiciones seguras.

Fuente: GLOBE · Protocolo de nubes.

Ciencia ciudadana · La vida cercana

iNaturalist · Registrar biodiversidad

Para qué y para quién. Observadores que quieran documentar organismos mediante imágenes, lugar y fecha, y conversar sobre su identificación.

Entrada y recursos. Empezar con una observación de calidad y aprender las reglas de identificación y uso de datos. El docente debe revisar las condiciones de cuentas de menores; para menores de 13 años existe un procedimiento específico de autorización parental.

Antes de comprometerse. No publicar ubicaciones sensibles ni datos que revelen rutinas de estudiantes. La identificación sugerida, incluso por IA, debe contrastarse; no equivale por sí sola a validación experta.

Fuentes: iNaturalist · Ayuda; cuentas de menores de 13 años.

eBird · Observar aves con método

Para qué y para quién. Grupos que puedan observar sin perturbar las aves y registrar listas, esfuerzo de observación y localización según las instrucciones de eBird.

Entrada y recursos. Consultar el portal y la formación del Cornell Lab; preparar una salida corta, un lugar seguro y apoyo para identificar especies. Las jornadas mundiales son oportunidades, no el único momento para participar.

Antes de comprometerse. Revisar qué se cuenta, cómo se reporta y qué datos se hacen públicos. No identificar por conjetura ni alterar hábitats para obtener fotografías. Confirmar por separado las fechas de cada jornada.

Fuente: eBird · Cornell Lab of Ornithology.

CVC · Encontrar acompañamiento regional

Para qué y para quién. Instituciones del Valle del Cauca que busquen conocer la Red de Clubes de Observadores de Aves y posibles apoyos cercanos.

Entrada y recursos. Consultar el portal de la CVC y preguntar por los clubes activos y las condiciones de articulación en el municipio. Preparar una propuesta vinculada al entorno escolar.

Antes de comprometerse. La existencia de la red no garantiza cupos, equipos o financiación para cada colegio. Acordar responsabilidades, permisos de salida y presupuesto antes de convocar estudiantes.

Fuente: CVC · Red de Clubes de Observadores de Aves.

Una evidencia de entrada. Antes de inscribirse, el grupo puede producir un registro de prueba y pedir retroalimentación. Aprender a registrar bien suele aportar más que reunir muchas observaciones incomparables.

Convocatorias · Dar forma a una pregunta

Ondas · Investigar con acompañamiento

Para qué y para quién. Niños, niñas, jóvenes y maestros que quieran desarrollar investigación escolar a través de la articulación territorial del programa.

Entrada y recursos. Consultar el programa y la coordinación departamental. La entrada depende de las convocatorias y alianzas disponibles; preparar una pregunta, un grupo y un maestro acompañante.

Antes de comprometerse. Confirmar instituciones participantes, tiempos, apoyos y compromisos. Una experiencia en otro departamento no demuestra que la misma modalidad esté disponible en el propio.

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación · Programa Ondas.

Samsung Solve for Tomorrow · Proponer una solución

Para qué y para quién. Equipos escolares que relacionen un problema de su comunidad con una propuesta STEM. La convocatoria colombiana de 2026 se dirige a colegios públicos.

Entrada y recursos. Leer las bases vigentes, conformar el equipo y documentar problema, propuesta y desarrollo. La información oficial de 2026 distingue etapas de 100, 50 y cinco equipos; no son resultados históricos de cualquier edición.

Antes de comprometerse. Verificar grados, composición del equipo, plazos, propiedad intelectual y apoyos. Precisar siempre el año y la etapa al narrar una selección: participar, ser seleccionado y ganar son logros diferentes.

Fuente: Samsung Newsroom Colombia · Convocatoria 2026.

Olimpiadas STEM+ · Resolver retos en equipo

Para qué y para quién. Equipos escolares que puedan sostener un trabajo interdisciplinar según las categorías de la edición vigente.

Entrada y recursos. Revisar el micrositio del Ministerio de Educación y los documentos de inscripción. En 2026 se presentan retos relacionados con agua, aire, energía e inteligencia artificial.

Antes de comprometerse. Confirmar elegibilidad, acompañamiento, fases y productos exigidos. Preparar evidencias del proceso; no convertir la competencia en el único criterio para valorar el aprendizaje.

Fuente: Ministerio de Educación Nacional · Olimpiadas STEM+ Colombia 2026.

Encuentros · Conversar fuera del aula

NASA Space Apps · Construir con datos abiertos

Para qué y para quién. Personas con distintos conocimientos interesadas en afrontar retos de ciencia y espacio de manera colaborativa.

Entrada y recursos. Consultar retos, sedes o modalidades disponibles y requisitos de registro. El equipo puede reunir diseño, programación, comunicación y conocimiento del territorio.

Antes de comprometerse. Confirmar reglas para menores, acompañamiento, horario, transporte y gastos de cada sede. No asumir una ciudad, gratuidad de todos los servicios ni fecha fija porque existieron en otra edición.

Fuentes: NASA Space Apps; NASA · Prizes, Challenges, and Crowdsourcing.

Fedesoft · Programar desde un problema

Para qué y para quién. La convocatoria nacional de programación de 2026 se dirige a estudiantes de grados 9.º a 11.º. Puede servir a equipos que ya están delimitando un problema y una solución digital.

Entrada y recursos. Consultar la página de la edición y sus términos: categorías, integración de equipos, inscripción y productos. Preparar una demostración explicable y un registro de pruebas.

Antes de comprometerse. Comprobar calendario, licencias, datos utilizados y recursos necesarios. Una aplicación que ejecuta debe probar también que responde al problema que el equipo declara.

Fuente: Fedesoft · Concurso Nacional de Programación 2026.

RedCOLSI y ferias del entorno · Exponer y recibir preguntas

Para qué y para quién. Semilleros que tengan un proceso o resultado que puedan explicar ante otros. RedCOLSI publica sus encuentros; las ferias escolares y regionales tienen organizadores y reglas propias.

Entrada y recursos. Consultar el nodo correspondiente y los eventos vigentes. Para una feria local, pedir directamente convocatoria, categorías, criterios, costos y responsabilidades de acompañamiento.

Antes de comprometerse. No presuponer afiliación obligatoria, mes fijo ni publicación automática en memorias. El segundo puesto de HopeLine Connect en Pereira es una experiencia del libro, no una base de inscripción para futuras ediciones.

Fuente: RedCOLSI · Eventos 2026. Las condiciones de cada feria local se confirman con su organizador.

Publicaciones · Compartir con responsabilidad

Revista escolar y Zenodo · Conservar y compartir

Para qué y para quién. Equipos que hayan revisado su texto, sus evidencias, las autorías y los permisos de difusión. Una revista escolar puede organizar lectura editorial; un repositorio conserva y hace localizable el trabajo.

Entrada y recursos. Definir quién lee, qué se publica y qué queda reservado. En Zenodo, un registro reúne archivos y metadatos y recibe un DOI al publicarse. Depositar no certifica la calidad ni equivale a revisión por pares.

Antes de comprometerse. No incluir datos personales por hacer el trabajo «más completo». Acordar derechos y licencia con todos los autores; preservar borradores y registrar las correcciones.

Fuente: Zenodo · About records.

JEI · Someter un manuscrito a revisión

Para qué y para quién. Estudiantes preuniversitarios con acompañamiento de un adulto y una investigación que cumpla las instrucciones de la revista. Hay que revisar el alcance y los requisitos antes de redactar para ella.

Entrada y recursos. Consultar formato, criterios y procedimiento. La página de envío consultada informa una tarifa de **49 USD**, con becas limitadas; la solicitud de beca requiere seguir sus condiciones.

Antes de comprometerse. El pago no garantiza aceptación y la tarifa se declara no reembolsable. Confirmar el importe vigente y resolver la financiación antes de enviar.

Fuente: Journal of Emerging Investigators · Pay and submit.

NHSJS · Revisar alcance, proceso y costos

Para qué y para quién. Estudiantes de secundaria con un trabajo científico adecuado al alcance editorial y dispuesto a recibir revisión.

Entrada y recursos. Leer las instrucciones y el proceso de evaluación. La revista ofrece acceso abierto a sus artículos; eso no permite deducir que todos los servicios de publicación sean gratuitos.

Antes de comprometerse. Pedir confirmación del costo ordinario antes del envío. La opción acelerada anunciada es un servicio distinto; no hace falta confundirla con la vía ordinaria ni elegirla por prisa escolar.

Fuentes: NHSJS · The NHSJS advantage; proceso de revisión.

Ficha de decisión. Pregunta · arena · fuente y fecha · requisitos · gastos y apoyos · cuidados · evidencia · responsable. Si falta una condición esencial, se puede seguir aprendiendo mientras se busca otra puerta.

ANEXO 2

Ética, IA y trazabilidad

Este protocolo concreta cuidados para las actividades del tomo. Se articula con «Ética, IA, datos y publicación», en el Cuaderno de trabajo MILC de la obra matriz (Cardenas Orozco, 2026a). Su finalidad es que el grupo pueda explicar **qué hizo, qué sabe y qué decidió cuidar**.

Antes de recoger información

Definan la pregunta y recojan solo lo necesario para responderla. Identifiquen quién tendrá acceso al registro, dónde se conservará y cuándo se revisará su conservación. Si intervienen personas, expliquen propósito, uso y límites. En menores, apliquen la autorización del representante y escuchen la voluntad del estudiante según su madurez; participar en una clase no equivale a autorizar una publicación.

El cuidado no se resuelve quitando apellidos: una fotografía, una ubicación o un episodio reconocible pueden identificar. La orientación de la SIC exige respeto de los derechos, interés superior del menor y autorización informada en los casos en que procede el tratamiento. La actividad debe adaptarse al protocolo institucional y a esa protección reforzada.

Durante el trabajo con IA

La IA puede ayudar a explorar enfoques, explicar un procedimiento o revisar la claridad de un texto. El equipo debe conservar el propósito de la consulta y contrastar sus respuestas con fuentes o pruebas. **Una respuesta fluida no es una evidencia.** No se fabrican datos, fuentes, testimonios, resultados ni imágenes que se presenten como registro de un hecho.

No se cargan en servicios externos datos sensibles, identificadores ni imágenes de estudiantes sin las condiciones y autorizaciones correspondientes. Cuando no hagan falta datos reales, se trabaja con ejemplos ficticios declarados o datos públicos adecuados. Se revisan las condiciones de edad y uso de cada herramienta.

Antes de mostrar el resultado

Comprueben autorías, fuentes, permisos, límites y destinatarios. Diferencien fotografías, ilustraciones, simulaciones y datos observados. Un prototipo inclusivo necesita validación con las personas a quienes se dirige; una demostración escolar no certifica eficacia clínica ni traducción completa de una lengua.

Fuente de cuidado de datos: Superintendencia de Industria y Comercio, orientación sobre tratamiento de datos de menores (2025). Marco: Ley 1581 de 2012 y Decreto 1377 de 2013, compilado en el Decreto 1074 de 2015.

Dos registros breves para trabajar con honestidad

1 · Bitácora de ayuda y decisiones

Una entrada por uso relevante de IA; no hace falta copiar toda una conversación.

1. **Fecha, herramienta y propósito:** ¿qué necesitábamos resolver?
2. **Entrada:** ¿qué preguntamos y qué información compartimos? ¿Era necesaria y adecuada?
3. **Salida:** ¿qué propuesta recibimos? Guardar una referencia o un fragmento suficiente.
4. **Contraste:** ¿con qué fuente, cálculo, observación o prueba la revisamos?
5. **Decisión:** ¿qué aceptamos, corregimos o descartamos y por qué?
6. **Responsabilidad:** ¿quién puede explicar el resultado sin repetir una respuesta que no entiende?

2 · Ficha de evidencia y circulación

1. **Afirmación:** escribir una frase precisa, con lugar y periodo si importan.
2. **Respaldo:** señalar el registro, archivo, fuente o testimonio que la sostiene.
3. **Alcance:** distinguir observación, interpretación, hipótesis y resultado de una prueba.
4. **Incertidumbre:** indicar lo que falta, no se midió o no puede generalizarse.
5. **Cuidado:** comprobar datos personales, permisos y reconocimiento de las contribuciones.
6. **Destino:** decidir qué versión se comparte, con quién y quién atiende una corrección.

CONCEPTO MILC

Declaración de uso de IA · Modelo adaptable

En este trabajo utilizamos [herramienta y fecha] para [tarea]. Revisamos sus aportes mediante [fuentes o pruebas]. Las decisiones, los datos y las conclusiones son responsabilidad del equipo. Las imágenes [identificar cuáles] son [ilustraciones o simulaciones] y no registros del experimento. Conservamos una bitácora de las correcciones realizadas.

La declaración se completa con lo que realmente ocurrió. No se firma como fórmula vacía ni reemplaza los permisos. Si una fuente no existe, un dato se inventó o una persona no autorizó el uso necesario, el equipo corrige antes de circular el trabajo. Reconocer un límite también es producir conocimiento con honestidad.

ANEXO 3

Evaluar para seguir investigando

Esta guía se usa durante el recorrido y en la pausa previa a la devolución. La pregunta central es *¿qué evidencia muestra el aprendizaje y cuál es el siguiente paso?* Un premio, la cantidad de páginas o una presentación vistosa no responden por sí solos.

Cinco criterios que el grupo conoce desde el inicio

Criterio	Evidencia que podemos mirar
Pregunta situada	Relación con una situación concreta; alcance viable; distinción entre una pregunta inicial y la que se investigará.
Registro y contraste	Datos o testimonios fechados; procedimiento explicable; fuentes pertinentes; distinción entre observación e interpretación.
Prueba y revisión	Una comparación, prueba o análisis acorde con la pregunta; registro de errores; cambios justificados y límites reconocidos.
Autoría y cuidado	Contribuciones identificables; crédito de fuentes y ayudas; decisiones de privacidad, consentimiento y uso de IA.
Devolución y aprendizaje	Explicación comprensible para su público; respuesta a preguntas; incorporación de retroalimentación y nueva pregunta razonada.

Una conversación con tres voces

Primero, el estudiante selecciona una evidencia y explica qué muestra. Después, un par formula una pregunta y señala una mejora posible. Finalmente, el docente ayuda a contrastar la interpretación con el criterio acordado. Se registra **un avance comprobable y un siguiente paso**, con fecha de revisión.

La valoración se adapta a las oportunidades reales de cada grupo y a los apoyos requeridos. Si debe convertirse en calificación, se acuerdan previamente criterios y ponderaciones conforme al sistema institucional; esta guía no reemplaza el SIEE ni introduce porcentajes universales.

Una escala que orienta decisiones

Apliquen la misma escala a cada criterio, citando una evidencia. No se asigna un nivel a la persona: se describe el estado de un trabajo que puede mejorar.

1 · Necesita apoyo para hacerse visible

La intención existe, pero aún no hay evidencia suficiente o no puede explicarse cómo se obtuvo. **Siguiente paso:** acordar una acción pequeña, un apoyo y un registro que permita observar el avance.

2 · Avanza con acompañamiento

Hay evidencia parcial y el estudiante explica parte de su proceso con ayuda. Persisten vacíos o decisiones sin justificar. **Siguiente paso:** completar un registro, contrastar una fuente o repetir una prueba pertinente.

3 · Sostiene lo que afirma

La evidencia es adecuada al alcance del trabajo; el estudiante explica el procedimiento, reconoce límites y justifica sus decisiones. **Siguiente paso:** incorporar una objeción o contrastar la propuesta en otra condición viable.

4 · Revisa y transfiere con criterio

El estudiante modifica el trabajo ante nueva evidencia, explica por qué lo hace y propone una aplicación o pregunta siguiente con sus límites. **Siguiente paso:** documentar esa revisión y compartir lo que permite aprender a otros.

CONCEPTO MILC

Registro de retroalimentación

Criterio: _____
Evidencia concreta: _____
Nivel y razón: _____
Cambio acordado: _____
Apoyo y próxima revisión: _____

Ejemplo didáctico (no testimonial). Un equipo mide la temperatura de un lugar solo una vez y concluye que siempre es el más cálido. El registro existe, pero no sostiene «siempre». Puede delimitar la conclusión a esa observación o diseñar nuevas mediciones comparables. El avance no consiste en adornar la gráfica: consiste en ajustar la afirmación a la evidencia.

Progresión sin convertir el grado en una jaula

La ruta de sexto a once del capítulo 19 propone una progresión flexible. La experiencia previa y los apoyos importan tanto como el grado. Se conserva la enseñanza de conceptos disciplinares y se amplía la autonomía de manera gradual.

Etapa	Un producto alcanzable	Señal de avance
6.º–7.º	Pregunta acotada y registro de observaciones, con dibujos, tablas o relatos breves.	Distingue lo que observó de lo que supone y explica cómo lo registró.
8.º–9.º	Comparación o prototipo sencillo, con variables o criterios explícitos y varias pruebas pertinentes.	Justifica una decisión con evidencia y corrige un error del procedimiento.
10.º–11.º	Investigación o desarrollo delimitado, con contraste de fuentes, documentación y devolución a un público.	Explica límites, responde una objeción y propone un siguiente paso viable.

Tres decisiones para planear un periodo

1. **Elegir un aprendizaje y una pregunta.** Precisar el concepto disciplinar que se enseñará y el problema que permitirá ponerlo a trabajar.

2. **Reservar tiempo para corregir.** Acordar cuándo se recogerá evidencia y cuándo podrá revisarse antes de la entrega. Una retroalimentación sin oportunidad de actuar llega tarde.

3. **Preparar una devolución a escala humana.** Elegir un público real y una forma comprensible de compartir; recoger al menos una pregunta que obligue a pensar de nuevo.

El cierre abre otra investigación

El portafolio puede reunir la pregunta inicial y la revisada, un registro significativo, una prueba o análisis, una decisión de cuidado y la respuesta a una pregunta del público. No necesita acumular todo: necesita permitir reconstruir el camino. Así la evaluación liberadora se vuelve visible y la devolución deja una huella que la siguiente investigación puede aprovechar.

Referencias

Aristóteles. (1994). *Metafísica* (T. Calvo Martínez, Trad.). Gredos. (Obra original ca. siglo IV a. C.)

Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.

Cardenas Orozco, A. (Ed.). (2023). *CosmoTEC: La revista de mañana, hoy* (Vol. 1). Institución Educativa Sor María Juliana. https://doi.org/10.5281/zenodo.23304524

Cardenas Orozco, A. (Ed.). (2024). *CosmoTEC: La revista de mañana, hoy* (Vol. 2). Institución Educativa Sor María Juliana. https://doi.org/10.5281/zenodo.23304837

Cardenas Orozco, A. (2026a). *Educación en la Era Onlife: MILC, Modelo de Investigación Liberadora y Científica* (Colección MILC, Tomo 0). Sor María Juliana Ediciones. https://doi.org/10.5281/zenodo.20517707

Cardenas Orozco, A. (2026b). *El mercado de la atención: Cómo se disputa la atención de los jóvenes y cómo educar el criterio en la era onlife* (Colección MILC, Tomo I). Sor María Juliana Ediciones. https://doi.org/10.5281/zenodo.20644819

Cardenas Orozco, A. (2026c). *Pedagogía de la querencia: Educar para conocer el territorio, dialogar con sus saberes y construir vínculos en libertad* (Colección MILC, Tomo II). Sor María Juliana Ediciones. https://doi.org/10.5281/zenodo.21176768

Chase, C. C., Chin, D. B., Oppezzo, M. A., & Schwartz, D. L. (2009). Teachable agents and the protégé effect: Increasing the effort towards learning. *Journal of Science Education and Technology, 18*(4), 334-352. https://doi.org/10.1007/s10956-009-9180-4

Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2025). *Red de Clubes de Observadores de Aves del Valle del Cauca* [Portal institucional]. CVC. https://www.cvc.gov.co/red-clubes-observadores-aves

eBird. (2024). *A world of positive impact: Results from Global Big Day 2024*. Cornell Lab of Ornithology. https://ebird.org/news/global-big-day-2024-results

eBird. (2025). *Birding together: Uplifting results from Global Big Day 2025*. Cornell Lab of Ornithology. https://ebird.org/news/global-big-day-2025-results

Engel, S. (2011). Children's need to know: Curiosity in schools. *Harvard Educational Review, 81*(4), 625-645. https://doi.org/10.17763/haer.81.4.h054131316473115

Fals Borda, O. (2009). *Una sociología sentipensante para América Latina* (V. M. Moncayo, Comp.). Siglo del Hombre Editores; CLACSO.

Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido* (J. Mellado, Trad.). Siglo XXI. (Obra original publicada en 1968)

Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía: Saberes necesarios para la práctica educativa* (G. Palacios, Trad.). Siglo XXI. (Obra original publicada en 1996)

Instituto Nacional para Sordos. (s. f.). *Capítulo 1: Perfil lingüístico y comunicativo de las personas sordas* [Guía audiovisual]. INSOR Conecta. https://conecta.insor.gov.co/guia-audiovisual/capitulo-1/

León. (2023). *¿Qué vemos en el cielo? Astronomía para jóvenes curiosos*. Institución Educativa Sor María Juliana. https://doi.org/10.5281/zenodo.23304947

Master, A., Cheryan, S., & Meltzoff, A. N. (2016). Computing whether she belongs: Stereotypes undermine girls' interest and sense of belonging in computer science. *Journal of Educational Psychology, 108*(3), 424-437. https://doi.org/10.1037/edu0000061

Master, A., Meltzoff, A. N., & Cheryan, S. (2021). Gender stereotypes about interests start early and cause gender disparities in computer science and engineering. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 118*(48), e2100030118. https://doi.org/10.1073/pnas.2100030118

Micro:bit Educational Foundation. (s. f.). *Sensors*. https://microbit.org/get-started/features/sensors/

Nestojko, J. F., Bui, D. C., Kornell, N., & Bjork, E. L. (2014). Expecting to teach enhances learning and organization of knowledge in free recall of text passages. *Memory & Cognition, 42*(7), 1038-1048. https://doi.org/10.3758/s13421-014-0416-z

Platón. (1988). Teeteto. En *Diálogos V: Parménides, Teeteto, Sofista, Político* (Á. Vallejo Campos, Trad.). Gredos. (Obra original ca. siglo IV a. C.)

Samsung. (2026). *Samsung busca jóvenes talentos para la nueva edición de Solve for Tomorrow*. Samsung Newsroom Colombia. https://news.samsung.com/co/samsung-busca-jovenes-talentos-para-la-nueva-edicion-de-solve-for-tomorrow

Scikit-learn developers. (s. f.). *Nearest neighbors*. Scikit-learn user guide. https://scikit-learn.org/stable/modules/neighbors.html

Vygotski, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores* (S. Furió, Trad.). Crítica. (Obra original publicada en 1978)

Créditos de imagen. Las pinturas de las aperturas de capítulo, las partes II y IV y los folios 9, 83 y 160 reinterpretan fotografías de ConectaTE (https://www.facebook.com/conectate.2024), consultadas el 22 de octubre de 2026. Generadas con apoyo de IA, conservan escenas de aula, prototipado y feria. La relación de obras y fuentes acompaña esta edición en ARTE-PRACTICA.md.

COLECCIÓN MILC · TOMO III · EL CÓMO

Darle método al sueño sin apagarlo.

«La curiosidad de los estudiantes no es una etapa infantil que superar ni una distracción que encauzar: es el material más valioso que entra al aula cada mañana. Un maestro que lo entiende deja de preguntarse cómo encender la curiosidad (llega encendida) y empieza a preguntarse cómo no apagarla, y cómo darle alas.»

DE LA CONCLUSIÓN · VOLVER A SOÑAR CIENCIA

Sor María Juliana Ediciones

CARTAGO, VALLE DEL CAUCA · 2026

doi.org/10.5281/zenodo.21360910 · CC BY-SA 4.0