

# Temporada: El lactato

## Guiones de voz — 6 capítulos

Project n + 1

*Nota de producción: estos son solo los guiones de voz (sin hook, tabla de ideas, edición ni caption). Los seis capítulos forman una temporada continua: cada uno responde una pregunta que deja abierta la siguiente. El capítulo 6 cierra citando el reel original (“Las matemáticas están en todas partes”).*

### Capítulo 1 — ¿Qué es realmente el lactato?

¿Qué es realmente el lactato?

Antes de correr, no tenía idea.

Para mí era solo la palabra que usaban los profesores de educación física para explicar por qué las piernas se ponen pesadas.

Pero cuando empecé a medir mi propio lactato en sangre, me di cuenta de que casi no sabía nada.

¿Qué es, en términos exactos?

El lactato es una molécula.  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O}_3^-$ . Nada más y nada menos.

Se forma cuando mi cuerpo descompone glucosa para producir energía, específicamente cuando esa descomposición ocurre sin suficiente oxígeno disponible.

Mi entrenadora, Julia, me lo dijo una vez de una forma simple: “El lactato es el subproducto de producir energía rápido.”

No es una toxina. No es basura metabólica. Es una molécula con una concentración medible, en milimoles por litro.

Y esa concentración es exactamente lo que mido cada vez que me pincho el dedo con el lactímetro.

Antes creía que el lactato era algo abstracto, algo que se sentía.

Ahora sé que es un número. Y ese número tiene una definición precisa detrás.

Al final, entender qué es el lactato no cambió cómo corro.

Cambió cómo pienso el cansancio: dejó de ser una sensación difusa y se convirtió en una variable que puedo medir, graficar y estudiar.

Y ahí empieza toda esta temporada.

## Capítulo 2 — ¿El lactato es realmente el culpable de que nos cansemos?

¿El lactato es realmente el culpable de que nos cansemos?

Durante años creí que sí.

Que el lactato se acumulaba en mis piernas como arena en un motor, y que por eso terminaba una carrera quemado.

¿Pero es así?

La ciencia del ejercicio repitió esta misma historia durante décadas. Hoy sabemos que es, en gran parte, un mito.

Un profesor de fisiología del ejercicio me lo resumió así: “El lactato es el mensajero, no el criminal.”

Cuando mido mi lactato en sangre durante una carrera, no estoy midiendo daño muscular. Estoy midiendo una señal metabólica, correlacionada con el cansancio, pero no su causa directa.

Confundir correlación con causalidad es uno de los errores más comunes en ciencia — y yo lo cometí durante años, sin cuestionarlo, solo porque el lactato subía justo cuando sentía que no daba más.

Pero coincidir en el tiempo no es lo mismo que provocar el efecto.

Lo que realmente me limita cuando corro rápido es una combinación de acidosis metabólica, agotamiento de fosfocreatina, fatiga del sistema nervioso central y varios otros factores — el lactato es apenas una pieza visible de un sistema mucho más complejo.

Al final, dejar de culpar al lactato no me hizo correr más rápido.

Pero me hizo dejar de pelear contra el enemigo equivocado.

Y en ciencia, como en el deporte, eso ya es la mitad de la carrera.

## Capítulo 3 — ¿De dónde sale el lactato cuando corro?

¿De dónde sale el lactato cuando corro?

La primera vez que me hice esta pregunta, la respuesta que tenía en la cabeza era vaga: sale del músculo, cuando te cansas.

¿Pero de dónde exactamente?

Cada vez que mis músculos necesitan energía, rompen glucosa a través de un proceso llamado glucólisis. Ese proceso siempre produce piruvato.

Y ese piruvato tiene dos caminos posibles.

Mi profesor de bioquímica lo explicaba como un sistema de dos salidas: “El piruvato puede entrar a la mitocondria si hay oxígeno y tiempo suficiente. Si no, se convierte en lactato.”

Cuando corro despacio, mis mitocondrias alcanzan a procesar casi todo el piruvato con oxígeno. Poco lactato.

Cuando exijo más velocidad de la que mi sistema aeróbico puede sostener, la glucólisis se acelera mucho más rápido de lo que mis mitocondrias pueden absorber piruvato.

Y ese excedente se convierte en lactato.

No es una falla. Es la válvula de escape de un sistema de producción de energía que no da abasto.

Antes pensaba que el lactato aparecía por cansancio.

Ahora sé que aparece por diseño: es literalmente la salida de un sistema que prioriza velocidad de producción de energía por sobre eficiencia.

Ese balance entre velocidad y eficiencia es, básicamente, el problema central de la fisiología del ejercicio.

Y también es, casualmente, el problema central de cualquier sistema de ingeniería que produce algo rápido.

## Capítulo 4 — ¿Qué hace mi cuerpo con el lactato?

¿Qué hace mi cuerpo con el lactato?

Durante mucho tiempo asumí que el lactato, una vez producido, se quedaba ahí. Estancado. Esperando a ser eliminado como un desecho.

¿Es así como funciona?

No.

El lactato que produzco no se queda quieto: viaja. Mi corazón lo usa como combustible. Mis fibras musculares de contracción lenta lo reabsorben y lo oxidan. Mi hígado lo recicla de vuelta a glucosa.

A este sistema los fisiólogos lo llaman lactate shuttle — el transbordador de lactato.

Un investigador que lleva décadas estudiando esto, George Brooks, lo dijo mejor que nadie: “El lactato no es un desecho metabólico, es un combustible metabólico.”

Eso cambió por completo cómo entiendo mi propio cuerpo durante una carrera.

No es un sistema lineal donde produzco lactato y después lo elimino.

Es un sistema circular: aparición y desaparición ocurriendo al mismo tiempo, constantemente, como un flujo con múltiples entradas y salidas.

Y mientras esas dos tasas se mantengan equilibradas, mi concentración de lactato en sangre se mantiene estable — sin importar que esté produciendo mucho.

Antes creía que tener poco lactato era la meta.

Ahora entiendo que la meta real es tener un sistema que recicla rápido, no uno que produce poco.

Y esa diferencia, aunque suene sutil, es la que separa a un atleta entrenado de uno que no lo está.

## Capítulo 5 — ¿Por qué puedo correr rápido sin que el lactato se dispare?

¿Por qué puedo correr rápido sin que el lactato se dispare?

Hay un ritmo — mi ritmo de maratón, por ejemplo — donde puedo correr durante más de dos horas, y mi lactato en sangre casi no sube.

¿Cómo es posible, si sigo produciendo lactato todo el tiempo?

La respuesta está en un concepto que en ingeniería llamamos estado estacionario: cuando la tasa de entrada y la tasa de salida de un sistema son iguales, la concentración no cambia, aunque el flujo nunca se detenga.

Mi entrenadora Julia lo resume distinto: “No es que no produzcas lactato. Es que tu cuerpo aprendió a no dejar que se acumule.”

Entrenar, en el fondo, es aumentar la capacidad de ese segundo término: la eliminación.

Más mitocondrias. Más capilares. Más enzimas capaces de oxidar lactato como combustible.

Con el entrenamiento correcto, mi cuerpo sostiene una velocidad más alta dentro de esa zona de equilibrio, antes de que la producción supere a la eliminación.

Por eso dos corredores pueden tener la misma velocidad y lactatos completamente distintos — y por eso el mismo corredor, meses después, puede correr más rápido con el mismo lactato de antes.

No mejoré porque dejé de producir lactato.

Mejoré porque mi sistema aprendió a mantenerlo en equilibrio a una velocidad más alta.

Y eso, más que cualquier otra cosa, es lo que realmente significa estar en forma.

## Capítulo 6 — ¿Qué hace que la curva de lactato empiece a subir?

¿Qué hace que la curva de lactato empiece a subir?

Esta es la pregunta que empezó toda esta temporada.

Cuando grafiqué mis propias mediciones de lactato contra la velocidad, no obtuve una línea recta.

¿Por qué no?

Porque, como vimos, mientras la producción y la eliminación de lactato se mantienen equilibradas, la concentración se mantiene casi plana.

Pero ese equilibrio tiene un límite.

Mi profesor de cálculo, sin saberlo, me dio la pista correcta hace años: “Antes de preguntar cuánto cambia algo, pregunta qué tan rápido está cambiando.”

Eso es exactamente lo que describe la curva de lactato: no es la cantidad de lactato lo interesante, es su tasa de cambio con respecto a la velocidad.

Al principio esa tasa es baja: pequeños aumentos de velocidad generan pequeños aumentos de lactato.

Pero llega un punto — el umbral — donde la pendiente empieza a crecer cada vez más rápido. La producción termina superando definitivamente a la eliminación.

Y ahí es donde la curva deja de ser plana y se dispara.

Ese punto no es una sensación subjetiva de cansancio. Es un punto matemático: donde la curvatura de la función cambia de forma.

Puedo encontrarlo ajustando una función a mis datos, y calculando dónde esa curvatura cambia.

Y ese número, ese punto exacto en la curva, me dice a qué ritmo puedo sostener un esfuerzo durante horas, y a qué ritmo empiezo a pedir prestado tiempo que no tengo.

Al final, toda esta temporada fue la misma pregunta, mirada desde ángulos distintos: qué es el lactato, de dónde sale, qué hace mi cuerpo con él, por qué a veces no se acumula, y qué lo hace dispararse.

Y la respuesta a todas termina en el mismo lugar.

En una curva. Y en una gota de sangre.