

VERSIÓN INGLESA

# Tolstoy, Newton y Elvis: historias de la integral y la derivada

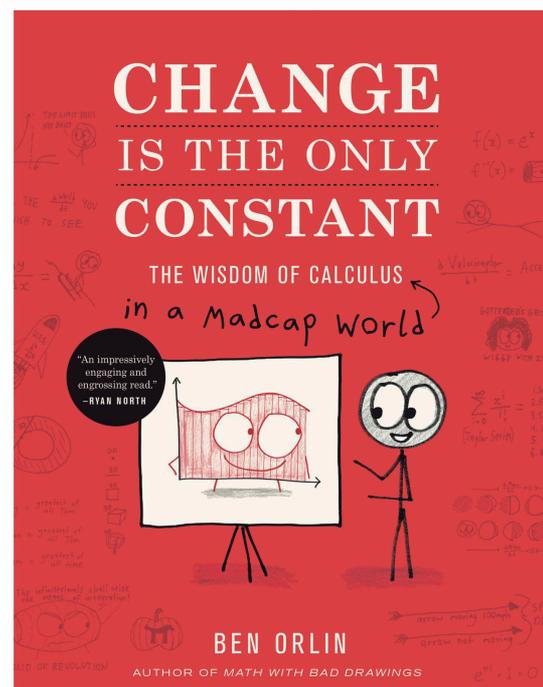
Maite Aranés Maza

**SUMA** núm. 94  
pp. 97-100

Artículo solicitado por *Suma* en abril de 2020 y aceptado en junio de 2020

Ben Orlin es profesor de matemáticas en educación secundaria y autor de dos libros, «Math with bad drawings» (2018) y «Change is the only constant» (2019). Me ha resultado imposible encontrar información específica sobre la carrera profesional de Orlin, así que me remito a la información que podemos encontrar en su página web: le gustan las matemáticas, los chistes y enseñar, y confiesa que no sabe dibujar. Ciertamente al leer su libro estas características resultan evidentes; aunque debo puntualizar que tiene mucho arte a la hora de transmitir ideas a través de sus «malos» dibujos.

*Change is the only constant* es un libro de divulgación matemática en el que se exploran las ideas esenciales del cálculo infinitesimal desde un punto de vista muy diferente al habitual. Aunque esta descripción no le hace justicia. Orlin escoge personajes en matemáticas y literatura, aplicaciones a la economía, la medicina y a la física, mezclados con la anécdota personal, a los



Black dog & Levental publishers, 320 páginas (2019)

que añade sus característicos dibujos y sentido del humor. Y a partir de esa elección de temas dispares consigue dar un retrato de las ideas del análisis que resulta único y memorable.

El libro está dividido en dos partes, los «Momentos» y las «Eternidades», dedicadas respectivamente a la derivada y a la integral. Orlin nos resume la primera parte en la introducción con el siguiente párrafo:

In the first half, **Moments**, we'll explore the tales of the derivative. Each extracts an instant from the babbling stream of time. We'll consider a millimeter of the moon's orbit, a nibble of buttered toast, a dust particle's erratic leap, and a dog's split-second decision.

Los dos primeros capítulos de los «Momentos» son algo distintos en tono, pero a la vez una muestra de lo que Orlin nos ofrece en el resto del libro. En «The fugitive substance of time» Orlin toma como punto de partida el argumento de un cuento de Borges para explicarnos el concepto del momento infinitesimal. Es un capítulo lleno de referencias literarias (y algunos chistes malos), en el que con un lenguaje que en ocasiones es decididamente poético el autor ilustra la esencia de la paradoja de Zeno y la idea central de la derivada como cambio instantáneo.

En el segundo capítulo, «The ever-falling moon», nos encontramos con un repaso al nacimiento del cálculo infinitesimal de la mano de Newton, la teoría de la gravedad y la órbita de la Luna. Orlin comienza con anécdotas poco conocidas sobre la vida de Newton —que era un señor muy especial, no nos engañe-

mos—. Lamenta que el detalle biográfico más conocido sobre Newton es el (embellecido) episodio de la manzana cuando hay otras historias mucho más curiosas. Tras esta revisión en clave de humor del personaje histórico, procede a recordarnos la ley de gravitación universal. De manera muy clara nos explica cómo la órbita de la Luna es simplemente la trayectoria que recorre mientras «cae» hacia la Tierra. A continuación encontramos la primera incursión del libro en matemáticas más explícitas: utilizando triángulos semejantes calculamos, casi sin darnos cuenta, la velocidad de nuestro satélite. En los últimos párrafos del capítulo, Orlin comenta las reacciones a las teorías de Newton por parte de sus contemporáneos, y termina con una última reflexión sobre la historia de la manzana:

Theories do not blink into existence. They have roots. They grow. That moment in the garden did not sprout a fully formed understanding of gravity - it merely gave us the first sunlit glimpse of the seedling.

En el resto de capítulos de esta primera parte Orlin continúa explorando distintos aspectos de la derivada; algunos bastante predecibles, como la interpretación de la 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> derivadas, rectas tangentes y la idea de aproximación lineal, y otros algo inesperados. Por supuesto Leibniz también tiene su capítulo (de hecho, aparece como figura central en dos de ellos). La función logística, tan de moda en estos tiempos de pandemia, tiene su momento en «The unauthorized biography of a fad». Pero si tengo que destacar algún «Momento», personalmente me quedo con el 9, «Do the dusty dance», y el 14, «That's *professor* dog to you».

En «Do the dusty dance», Orlin comienza con la historia de Robert Brown y el movimiento de partículas, nos explica la idea de diferenciabilidad, introduce la función de Weierstrass y termina con una reflexión sobre la evolución histórica del análisis (figura 2).

Las transiciones entre los distintos aspectos del capítulo son sin duda diferenciables, si me perdonáis la broma fácil, y Orlin consigue enlazarlo todo de forma absolutamente convincente.

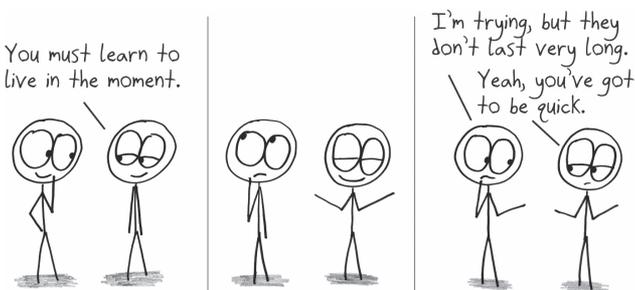


Figura 1

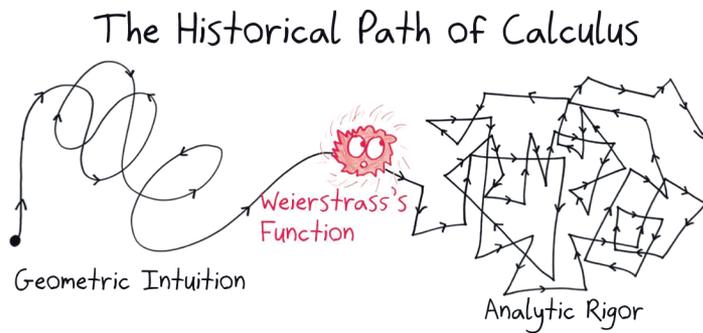


Figura 2

En el capítulo 14 Orlin nos presenta a Elvis, la inspiración del artículo «Do dogs know calculus?». Seguro que os habéis encontrado alguna vez con el típico problema de optimización en el que hay que llegar a un barco nadando, pero antes hay que desplazarse andando por la costa. Al parecer en la literatura anglosajona (o al menos en las clases de Ben Orlin), este problema se plantea con el despistado de Tarzán, que al caer preso en arenas movedizas debe ser rescatado por Jane, al otro lado del río (figura 3).

El matemático Tim Pennings, autor del artículo que he mencionado más arriba, se dio cuenta de que su perro Elvis intuitivamente escogía prácticamente siempre una solución óptima para un análogo de este conocido problema. La discusión de la solución, acompañada por las correspondientes anécdotas caninas, hacen la lectura de este capítulo un auténtico placer.

La segunda parte del libro, «Eternidades», continúa en el mismo estilo pero ahora trata los aspectos esenciales de la integral. Los dos primeros capítulos sirven de introducción al concepto de integral como suma de infinitas partes infinitamente pequeñas. Como viene siendo habitual, Orlin se acerca al tema desde una perspectiva inesperada, y en «War and Peace and Integrals» encontramos otro de esos capítulos en que las fronteras entre literatura y matemáticas se diluyen.

En los siguientes capítulos Orlin recurre a las vistas de la ciudad de Nueva York, a Einstein y a Maria Gaetana Agnesi para introducir la definición de la in-

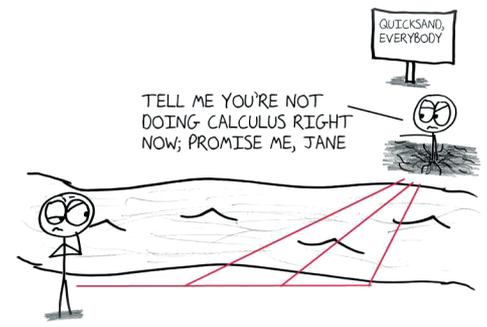


Figura 3

tegral de Riemann, las constantes de integración y el Teorema Fundamental del Cálculo.

Today, the fundamental theorem of calculus is perhaps the most powerful and ubiquitous shortcut in mathematics. With it, an integral - that delicate sum of infinite pieces, each infinitesimally small - becomes a simple antiderivative. We can forget the intricate skylines of Riemann, the subtle rearrangements of Lebesgue, the geometric maneuvers of Eudoxus and Liu Hui. Instead, just take a backward derivative. It's as if, after years of systematically dismantling the door every time we entered a house, we finally learned about keys.

Tras destacar la importancia del TFC, Orlin no duda tampoco en reconocer sus limitaciones: no siempre se puede calcular una primitiva, y aún cuando se puede, la cosa no es tan simple. Este es un tema recurrente en varios capítulos. En «What happens under the integral sign...» contrasta el cálculo de derivadas, que puede realizarse de forma mecánica, con el cálculo de primitivas:

If differentiation is a government building, with bright bureaucratic lights and neatly labeled conference rooms, then integration is a haunted funhouse full of strange mirrors, hidden staircases, and sudden trapdoors. There are no airtight rules to get you safely through —just a scattered collection of diverse tools.

En el capítulo «1994, the year calculus was born» Orlin nos recuerda que existen funciones no integrables, para las cuales los métodos numéricos son indispensables. Nos cuenta la historia de una inves-

tigadora que «descubrió» la regla de los trapecios en 1994, llegando a publicar un artículo sobre ello en una revista de medicina. Este resulta un triste ejemplo de que es posible terminar estudios en una carrera científica con importantes lagunas en el conocimiento de herramientas matemáticas básicas.

El resto de «Eternidades» continúan ilustrando otros aspectos del cálculo integral, incluyendo la paradoja de la «trompeta de Gabriel», los sólidos de revolución y el Teorema del Valor Medio para Integrales, intercalando excursiones en el mundo de la literatura y la filosofía. Orlin nos deleita también con otro capítulo dedicado a un personaje matemático, en este caso, Arquímedes, donde aprovecha para hablarnos de cilindros y esferas (figura 4).

Al final del libro nos encontramos con una pequeña sección titulada «Classroom notes». A diferencia del resto del libro, orientado al público más general, este apartado claramente está pensado para aquellos con interés en la docencia. Nos ofrece una lista de los temas que suelen aparecer en un curso de introducción al análisis, y relaciona cada uno con los capítulos del libro que lo ilustran. Aquí aprovecha también para compartir algunas reflexiones personales sobre cosas que quizás cambiaría la próxima vez que tenga que impartir esta parte del currículo:

[...] But researching this book has radicalized me: I've now fallen in with those hooligans and scofflaws who denigrate limits. Not the mathematical concept - rather, the idea that before meeting derivatives and integrals, the student must undergo a thorough de-contextualized study of the local behaviour of abstract functions. Next time I teach calculus, I intend to

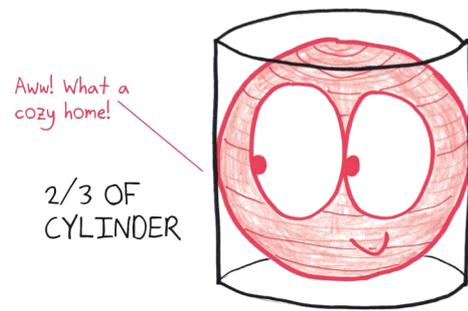


Figura 4

join the rebels by diving right into differentiation, circling back to notions of convergence and continuity only when they arise naturally in context. This is, as I understand it, the path history took, and what's good enough for the Bernoullis is good enough for me.

Os comento también, aunque sea un aspecto superficial, que la presentación del libro (al menos mi edición en tapa dura) está muy trabajada. Se nota que todos los aspectos, desde la transición entre capítulos hasta la bibliografía y los agradecimientos, han sido diseñados cuidadosamente.

Espero haber dado una idea general del libro de Ben Orlin, aunque estoy segura de que mis comentarios no le hacen justicia. Quizá una visita a su página web, < [mathwithbaddrawings.com](http://mathwithbaddrawings.com) >, os dará una idea más clara de su estilo literario y sus chistes matemáticos. Por mi parte, recomiendo el libro sin reservas. Ilustra las ideas del análisis desde perspectivas inesperadas, transmite entusiasmo por las matemáticas, y resulta un placer leerlo. Este verano voy a por una copia de su primer libro, a ver qué tal.

---

**Maite Aranés Maza**

IES Mar de Aragón, Caspe (Zaragoza)

<maite.aranes@gmail.com>