

¿Qué hago en mis investigaciones académicas?

(Porque me lo preguntó mi prima [Julieta Escardó](#) hace unos días.)

Martín Hötzel Escardó

1 de marzo de 2026

Mi fascinación central es con el infinito y los límites de lo que una máquina puede hacer. Uno de los resultados que encuentro más emblemáticos de mi trabajo es el siguiente: existen colecciones infinitas de objetos en las que una computadora puede hacer búsquedas de manera completa y exhaustiva en tiempo finito [1, 2, 3, 4]. Esto parece paradójico, e imposible, pero resulta ser verdad. La clave para entender por qué reside en la topología, el estudio matemático de las formas geométricas, la cercanía y la continuidad. Las colecciones en las que se pueden hacer búsquedas en tiempo finito son precisamente aquellas que son llamadas “compactas” en topología. Que una propiedad geométrica puramente abstracta determine lo que una computadora puede o no puede hacer en tiempo finito es exactamente el tipo de conexión inesperada y hermosa que impulsa mi investigación. Me atrae lo increíble-pero-verdadero: resultados que van en contra de la intuición y obligan a una comprensión más profunda de lo que la computación, el infinito y la existencia matemática realmente significan.

Más allá de esto, trabajo en matemática constructiva y teoría de tipos, formas de hacer matemática en las que una demostración no es simplemente un argumento de que algo existe, sino una receta para efectivamente producirlo concretamente. En esta tradición, cada teorema carga información sobre cuánto puede construirse o computarse. Me interesa cuánto contenido, o cuánta información, puede portar un enunciado matemático, y me interesan los fundamentos de la matemática que son suficientemente ricos como para expresar con precisión los matices de ese contenido.

Otra dirección de mi trabajo toca la teoría de juegos, aunque de una manera bastante alejada de la economía o la estrategia en el sentido cotidiano. Me interesa entender los juegos secuenciales, aquellos en los que los jugadores toman decisiones una tras otra, desde un punto de vista matemático y computacional muy general. Con mi colaborador Paulo Oliva desarrollé una teoría de juegos de “orden superior”, donde los jugadores no eligen simplemente movimientos sino estrategias completas, y donde la noción misma de “resultado óptimo” puede formularse en términos abstractos y precisos. Lo que me resulta fascinante es que esta teoría de juegos tiene conexiones profundas e inesperadas con la lógica matemática y con el problema de la búsqueda exhaustiva en conjuntos infinitos, el mismo hilo topológico que recorre gran parte de mi trabajo, o sea, con más conexiones inesperadas con el mismo tema [5].

Un proyecto importante y en curso es *TypeTopology* [6], un gran cuerpo de trabajo matemático escrito íntegramente en un lenguaje formal llamado Agda, donde las demostraciones son también programas y pueden ser verificadas por una computadora. Es un

trabajo meticuloso y minucioso, más cercano en espíritu a la edición cuidadosa que al borrador apresurado, donde cada paso lógico debe hacerse completamente explícito y nada puede dejarse a la intuición pura. Sin embargo, *TypeTopology* intenta también registrar esta intuición: la organización del código busca preservar el sentido de por qué las cosas son verdad, no solamente la verificación de que lo son. De hecho, la intuición es lo más importante. Aunque a veces puede estar equivocada, como ya discutí, la intuición es lo que crea comprensión y progreso. Es lo que los matemáticos usan para descubrir nuevas ideas y hechos matemáticos.

También escribo apuntes educativos, mantengo un blog de investigación, y participo activamente en la comunidad matemática en torno a la teoría de tipos homotópicos y los fundamentos univalentes [7], un programa relativamente joven y ambicioso para reconstruir los fundamentos de toda la matemática sobre bases nuevas y más expresivas, que es lo que *TypeTopology* adopta.

Referencias

- [1] M.H. Escardó. *Seemingly impossible functional programs*. Blog post, September 2007.
<http://math.andrej.com/2007/09/28/seemingly-impossible-functional-programs/>
- [2] M.H. Escardó. *Infinite sets that admit fast exhaustive search*. In *Proceedings of the 22nd Annual IEEE Symposium on Logic in Computer Science (LICS 2007)*, IEEE, pages 443–452, Wrocław, Poland, July 2007.
- [3] M.H. Escardó. *Exhaustible sets in higher-type computation*. Logical Methods in Computer Science, Volume 4, Issue 3, Paper 4, 2008.
[https://doi.org/10.2168/LMCS-4\(3:3\)2008](https://doi.org/10.2168/LMCS-4(3:3)2008)
- [4] M.H. Escardó. *Infinite sets that satisfy the principle of omniscience in any variety of constructive mathematics*. The Journal of Symbolic Logic, Volume 78, Number 3, September 2013, pages 764–784.
- [5] M.H. Escardó and P. Oliva. *What Sequential Games, the Tychonoff Theorem and the Double-Negation Shift have in Common*. In *Proceedings of MSFP 2010 (Mathematically Structured Functional Programming)*, ACM SIGPLAN, ACM Press, 2010.
- [6] M.H. Escardó and collaborators. *TypeTopology*. Various new theorems in constructive univalent mathematics written in Agda.
<https://github.com/martinescardo/TypeTopology/blob/master/README.md>.
 Ongoing, started at around 2010.
- [7] The Univalent Foundations Program. *Homotopy Type Theory: Univalent Foundations of Mathematics*. Institute for Advanced Study, Princeton, 2013.
<https://homotopytypetheory.org/book>