La unión entre geometría, informática teórica, filología y antropología cultural

LA COMPLEJIDAD ES EL MOMENTO DE LA VERDAD[1]

Palabras clave: Geometría algebraica y semialgebraica enumerativa, álgebra conmutativa, topología, complejidad algorítmica, informática teórica, turcología, antropología cultural.
Key words: *Enumerative algebraic and semialgebraic geometry, commutative algebra, topology, computational complexity, theoretical computer science, turkology, cultural anthropology.*

En este texto, el autor presenta un periplo científico muy amplio que lo llevó a desarrollar la Desigualdad de Bézout, una noción absolutamente relevante por sus implicaciones en el diseño de algoritmos eficientes para la resolución y tratamiento de sistemas de ecuaciones y desigualdades no-lineales (polinomiales) en geometría. Pero también nos ofrece una aproximación a su trabajo en la Lingüística sobre el aspecto diacrónico de la morfología y fonología de las lenguas túrquicas. Finalmente, nos expone su aporte desde la Lógica a la Antropología Cultural. Su particular concepción de la ciencia y su acercamiento a sectores marginalizados de las diferentes sociedades en las que vivió, definen su intensa trayectoria dentro y fuera de la Academia.

Joos Ulrich Heintz

Actualmente: Profesor Emérito de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA (Argentina)
Investigador Superior del Conicet (Argentina)
Profesor Titular Plenario del Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA (Argentina).
Catedrático del Departamento de Matemáticas, Estadística y Computación de la Universidad de Cantabria, Santander (España)

joos@dc.ubar.ar

[1] Editora asignada: **Ursula Molter**

Mis intereses científicos pueden parecer a primera vista absolutamente eclécticos, pero la realidad es otra. Las disciplinas en las que me enfoqué están intrínsecamente relacionadas con la vida que me tocó en suerte. Científicamente soy conocido en primer lugar por mis aportes a la Geometría y al Álgebra enumerativas, con fuertes implicaciones en varios campos de la Informática. Asimismo, quiero señalar mi aporte a la Lingüística de las lenguas túrquicas, un conjunto de alrededor de 40 idiomas, con numerosas tradiciones de escritura, hablados por alrededor de 200 millones de personas en un enorme territorio que abarca desde los Balcanes hasta la China y desde el centro de Irán hasta el Mar del Norte. Finalmente, desde 1970 estuve activo en el campo de la antropología cultural con publicaciones esporádicas (y no todas en revistas propiamente científicas), enfocándome en la descripción precisa de sistemas de valores, culturas pastoriles, pauperismo rural y urbano, e historia social del espacio alpino y del Imperio Otomano.

Actualmente se utiliza mucho la palabra *ciencia* para referirse a fenómenos bastante disímiles que poco tienen que ver con "la ciencia" en el sentido en que esta noción, por mi educación, llegó a mí. Se puede ejemplificar cuál es la noción de ciencia a la que me refiero con el famoso *Teorema de Pitágoras*. El enunciado de este teorema era conocido mucho antes de la escuela pitagórica, entre otros por los antiguos babilónicos y egipcios que lo usaban para la arquitectura. El aporte de Pitágoras (569-475 a.C.) y de su escuela era la idea de que ese enunciado se podría "demostrar". Esta idea fue sistematizada en los *Elementos* de Euclides (325-265 a.C.), un texto fundamental para todas las ciencias exactas hasta hoy. Es decir, esta idea supone que la ciencia es un conjunto de enunciados que se pueden demostrar. Y la demostración garantiza que el enunciado es verdadero, pero además facilita su comprensión. Entonces, existe una diferencia fundamental entre "la ciencia" y la vaga noción de "conocimiento".

En paralelo con mi labor científica dediqué por lo menos la misma cantidad de tiempo y energía a una tarea que desde su aparición en las ciencias sociales empíricas (por parte del etnólogo Bronislaw Malinowski, 1884-1942) se llama "observación participante". Lo que me distingue del uso tradicional del método eran mis iniciativas personales para resolver problemas concretos a personas con quienes convivía frecuentemente. La observación antropológica llegaba *siempre a posteriori* y no constituía el objetivo principal. A veces anotaba lo vivido u observado, por ejemplo, la literatura oral de los marginalizados que me rodeaban. En mi estadía en Alemania a fines de la década del 70 y principios de los años ´80 tuve contactos muy estrechos con inmigrantes kurdos, turcos y macedonios que llegaban huyendo de sus países de origen por razones políticas o económicas. Yo no quería que los "aportes literarios" que logré recoger de estas personas se perdieran un día solo porque sus autores eran anónimos.

Algunas historias que protagonicé en esa época aparecen reflejadas en el libro Extrañas estrellas (2005), de la escritora turco-alemana Emine Sevgi Özdamar (1946-), a quien conocí en la década del 70 en Zúrich y con quien desde entonces mantengo una relación de amistad. Emine es actualmente una de las escritoras más premiadas en Alemania y es internacionalmente muy conocida por su particular y muy expresivo estilo de lenguaje que utiliza para describir su propio destino de emigrante.

En el invierno 1972/73, inmediatamente después de obtener mi licenciatura en la Universidad de Zúrich, estuve trabajando en la Universidad de Zagreb, Croacia, la Yugoslavia de Tito. Sabía perfectamente manejarme en croata, como un local, sin acento alguno. Por esta razón nunca tuve problemas para leer y hablar en ruso. En Zagreb sentía un aire libre, allí la protesta pública nunca era reprimida. Finalmente sentía que podía respirar, porque mi situación en Zúrich era diametralmente opuesta, ya que allí durante la Guerra Fría el control político del Estado era muy fuerte.

Es curioso: yo venía de una sociedad represiva del mundo Occidental, la suiza, y logré adaptarme sin dificultades a la vida diaria del socialismo yugoslavo (de Tito) y más tarde del bloque soviético, donde reinaba el "socialismo real existente". Hoy extraño esa sociedad. No se trataba de que hubiera tomado decisiones ideológicas, la vida real me llevó a estos países.

■ GEOMETRÍA ENUMERATIVA Y COMPLEJIDAD ALGORÍTMICA EN LA INFORMÁTICA TEÓRICA

Mis primeros hallazgos científicos son de 1972, aunque se trataba de resultados que poco antes ya habían sido demostrados por otros autores. No los publiqué porque no tenía ni guía, ni experiencia en esto. Pero en 1975, con 30 años, encontré (y publiqué en forma de anuncio) un algoritmo que resuelve el problema computacional más general de geometría con una complejidad óptima, como me di cuenta después.

Me había quedado la tarea de analizar en profundidad los hechos geométricos que hicieron posible semejante resultado informático. En realidad, la pura existencia de un algoritmo que resolvía mi problema computacional era implícitamente claro desde 1880. Solamente había que reinterpretar las demostraciones constructivas de una contribución fundamental del autor judío-polaco-alemán Leopold Kronecker (1823-1891) como un algoritmo que resuelve mi problema. Sin embargo, la argumentación de Kronecker quedaba totalmente fuera de lugar para las exigencias de complejidad de la informática moderna. La complejidad del algoritmo, que apenas hubiera servido para calcular los puntos comunes de dos curvas en el plano, estaba completamente fuera del control.

Para obtener una herramienta matemática utilizable para fines informáticos era necesario asociar a cada "figura" geométrica un inva-

Figura 1: *1978: En Berlín con mi amiga la escritora turco-alemana Emine Sevgi Özdamar, reconstruyendo una escena de la obra de teatro Marat/Sade, de Peter Weiss, que Emine había protagonizado en Turquía (como Charlotte Corday, la asesina de Marat). Nos divertimos mucho ese día, la producción fotográfica era para la revista feminista Kassandra.*

riante, que decidí llamar "grado" (otros hablaron después de "grado geométrico" para distinguirlo de otro invariante algebraico bien conocido y homónimo), que mide el "arqueo" de la "figura". Esto habría que hacerlo de tal manera que se pudiera controlar por una fórmula eficiente el "arqueo" de la "figura" resultante cuando uno toma los puntos comunes de dos figuras de grados conocidos.

Bajo ciertas restricciones geométricas el resultado era conocido desde hacía mucho tiempo, pero yo necesitaba un enunciado general que valiera sin ninguna restricción porque no podía prever de antemano todas las situaciones geométricas posibles de su aplicación.

Mi enunciado fue redescubierto (bastante) después por otros dos geómetras (a uno de ellos lo motivó a escribir todo un libro). Mi prueba era completamente elemental y esto era para mí lo más importante, porque así cualquier interesado en el tema podía leer y entender mi demostración, no se requería ser geómetra formado para tal fin.

Mantuve esta orientación toda mi vida y los enunciados matemáticos que probé nunca pertenecieron a sofisticadas teorías modernas, sino que correspondían a una visión "clásica" de la matemática del siglo XVIII o principios del siglo XIX y hubieran podido ser demostrados con las herramientas de entonces. En realidad, esto no había ocurrido antes porque los geómetras de entonces habían mirado en otra dirección.

Por ejemplo, en este caso habían estado durante más de doscientos años empecinados en encontrar una identidad cerrada, conteniendo eventualmente varios invariantes, válida para todas las situaciones geométricas posibles. La imposibilidad de este anhelo surgió recién en los años ´90. Mi enunciado tenía una forma más simple: no era una identidad, sino una desigualdad que nombré, en alusión al creador de la geometría enumerativa Étienne Bézout (1730-1783), *Desigualdad de Bézout*. Hoy esto se volvió un término estándar para todos los enunciados de este tipo. No había hecho otra cosa que recoger en mi camino algunos resultados que habían quedado por allí, no observados o despreciados por el *mainstream* matemático.

La *Desigualdad de Bézout* introdujo un cambio fundamental en la geometría computacional a partir de los años ´70 porque establecía un vínculo entre la geometría alemana de fin del siglo XIX con la informática moderna. Poco después empecé también a utilizar la *Desigualdad de Bézout* como una herramienta esencial para un entonces nuevo campo de la informática, llamado "teoría de complejidad algebraica", cuyo mayor exponente e impulsor era mi entonces director de tesis, Volker Strassen (1936-). Se trataba de una modelización algebraica del aspecto puramente informático del cálculo numérico, cuando se cuenta en la ejecución de un programa solo la cantidad de operaciones aritméticas aplicadas, haciendo abstracción de la velocidad de aproximación al resultado final del algoritmo.

En 1977 había redactado en un manuscrito privado (no existía todavía la institución de los *preprints*) y expuesto por primera vez en un congreso el enunciado de la *Desigualdad de Bézout,* así como algunas de sus aplicaciones a la geometría enumerativa (sin su aplicación a la informática) y su demostración. El manuscrito, una forma occidental de *samizdat*, llegó en 1981 hasta Leningrado donde fue utilizado de manera substancial en un después muy famoso *seminal paper* de geometría computacional por Dima Grigoriev (1954-), un joven investigador del Instituto Steklov. El resultado de Dima empezó a circular internacionalmente *como LOMI Preprint* a partir de 1983. Los trabajos míos de la *Desigualdad de Bézout* y sus aplicaciones a la geometría computacional y la complejidad algebraica fueron publicados en 1980 y 1983 en la misma revista y traducidos al ruso en 1985, por lo cual tenían bastante difusión en la Unión Soviética y en los otros países socialistas, en particular la RDA.

A Frankfurt/Meno llegué a principios de 1978 debido a que las autoridades suizas me obligaron a emigrar aprovechándose de un artilugio legal. En ese momento el estado suizo podía privar de su libertad a personas de por vida sin que interviniera ningún juez (más tarde esto dejó de ser así por estar en conflicto con los derechos humanos de la ONU). Yo, por ejemplo, fui encerrado en un psiquiátrico luego de sufrir un desarreglo emocional fuerte. Entonces, la única opción que tenía para salir de esa institución era aceptar una oferta laboral en el extranjero. En mi desesperación encontré por algunas semanas refugio en Berlín Oriental (RDA), mientras me esperaba un cargo de Colaborador Científico en la Universidad Goethe (1978-1982) de Frankfurt/Meno. Más tarde, en el periodo 1984-1986 trabajé como Profesor Adjunto en la misma universidad.

Todavía en Suiza conocí a mi actual esposa, la artista plástica argentina Ana Godel. Con ella comencé a venir regularmente a la Argentina a comienzos de los años ´80, cuando la dictadura militar empezaba a debilitarse. Para esa época nos casamos y en 1983 comencé a desempeñarme como Investigador Visitante del CONICET en el Instituto Argentino de Matemática y como Profesor Visitante en la UBA y en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (Tandil). A principios de 1987 inmigré definitivamente a la Argentina, trabajando al inicio como Investigador Contratado del CONICET, originalmente en el rango de Investigador Independiente y después en el rango de Investigador Principal. Me naturalicé argentino en 1989.

Mi carrera de profeta en tierra ajena encontró un fin abrupto durante el gobierno encabezado por Carlos Menem. En 1990, a mí y a tantos otros investigadores contratados nos echaron del CONICET, apoyándose en un decreto del "presidente de facto" Videla. Esto, de alguna manera, me obligó a buscar un cargo en Europa que me permitiera seguir viviendo y trabajando en Argentina, aunque no fuera todo el año. No me faltaban ofrecimientos de cargos de profesor en Europa, principalmente por parte de la Universidad de Niza, la Universidad de Estrasburgo y la Universidad Humboldt en Berlín. En ese momento la Matemática europea estaba inundada por investigadores soviéticos de alta gama que buscaban lo mismo que yo: abrirse un nuevo camino en Europa sin romper con sus universidades e institutos de origen. Que yo sepa, solamente el famoso matemático soviético Vladimir Arnol´d y yo logramos tal doble vida de forma "legal": Arnold en la *Université París-Dauphine* y yo en la Universidad de Cantabria (Santander, España).

Desde 1993 trabajé en la Universidad de Cantabria como Catedrático (contratado, no funcionario) hasta mi jubilación en España, en el año 2012. Allí el cargo era algo absolutamente excepcional, no solo en España, sino en toda Europa. La iniciativa para este cargo vino por parte de Tomás Recio, conocido geómetra de la Universidad de Cantabria. Allí trabajé (y continúo trabajando) con Luis Miguel Pardo y, al principio, también con José Luis Montaña, su alumno por ese entonces.

En el año 1996 volví al CONICET, donde llegué con los años a la categoría de Investigador Superior. En 2017 me vi obligado a jubilarme, porque ya tenía 72 años y todas las posibles vías de recurso contra mi jubilación forzada estaban agotadas.

Aparte de mi cargo en el CONICET trabajé en los Departamentos de Matemática y Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA desde 1989 hasta llegar, en 2014, al cargo de Profesor Emérito.

Al trabajar en Argentina por primera vez en 1983 noté una desazón general entre los colegas matemáticos que se había trasladado también a los jóvenes becarios de doctorado. La expresión "aquí no se puede" caracterizaba ese estado de ánimo. Entonces, los patrones de calidad matemática estaban acuñados por Estados Unidos y Europa Central (en geometría, en particular, por Francia). Las instituciones académicas de excelencia de estos países dictaban la agenda científica de Argentina. La matemática soviética, que hubiera podido servir como alternativa, estaba ausente. A ninguno de los jóvenes matemáticos se le hubiera ocurrido doctorarse en un país socialista.

Un año antes, en 1982, mi primer contacto matemático en Argentina había tenido lugar con el matemático catalán Luis Santaló, quien huyendo del franquismo se había refugiado en Argentina y cuyos aportes en geometría integral habían sido fundamentales para el desarrollo de la tomografía. En nuestra primera conversación, que había arreglado mi mujer, le expliqué que estaba utilizando métodos propios de geometría enumerativa en una entonces nueva disciplina de la informática teórica, llamada "teoría de complejidad algebraica" (de algoritmos). Entonces, Santaló me invito a dar una charla.

Santaló buscaba para los jóvenes matemáticos argentinos "aire fresco", alguna disciplina nueva, promisoria y atractiva, porque los interesados en las disciplinas más clásicas de la matemática estaban acudiendo masivamente a los centros norteamericanos para hacer su doctorado o para proseguir en mejores condiciones sus carreras de investigador. Lo que quedaba en Argentina era solo una capa (bastante amplia) de becarios frustrados que por alguna razón no podían irse y estaban aparentemente sin perspectiva alguna. Este parecía ser el problema que Santaló tenía en mente.

Un año más tarde, en 1984, asumí en Frankfurt un nuevo cargo, ya como profesor, y el objetivo del nombramiento era hacerme alcanzar el grado académico de la *Habilitation cum venia legendi*, un título similar a un postdoctorado, pero con exigencias adicionales, como por ejemplo no tener director porque el candidato debía demostrar su independencia en docencia e investigación. Había que impartir docencia magistral y redactar un tratado de *Habilitation*. En 1986 pasé esta instancia. Hasta instalarme definitivamente en 1987, volvía todos los años durante el verano europeo a la Argentina, donde se formó alrededor mío un grupo de cuatro alumnos becarios que no tenían a nadie que los dirigiera. A mi llegada, en 1987, solicitaron trabajar conmigo con la esperanza de que esta colaboración los llevara a una tesis doctoral.

Mientras tanto utilicé las primaveras europeas para ocupar varios cargos de profesor invitado en Francia, en particular en Niza y en Estrasburgo. De esta manera pude comprobar el interés creciente en un tema que creía haber liquidado para siempre en mi tesis doctoral con un resultado en el fondo negativo. La disciplina que correspondía a este interés era entonces nueva y se llamaba *Computer Algebra*, *Symbolic Computation* y en Francia *Calcul Formel*. Uno de los temas centrales era la resolución de problemas clásicos de geometría usando computadoras verdaderas, es decir programando y produciendo *software*. Con respecto al desarrollo de *software*, el campo era particularmente dinámico. Surgían velozmente una serie de grandes entornos de programación para el álgebra y la geometría computacionales. Sin embargo, los algoritmos teóricos desarrollados entonces para la resolución de problemas computacionales concretos estuvieron casi siempre presentados de una manera "descriptiva", más orientada a una especie de estética difusa que a la eficiencia en la ejecución del programa subyacente. El objetivo de medir la eficiencia (complejidad) de un algoritmo parecía ser algo inalcanzable o muy difícil porque se creía que medir complejidad no era otra cosa que llevar una contabilidad de las operaciones elementales usadas en su ejecución, lo cual estaba considerado como un pantano profundo de donde no había salida.

Mi punto de vista era distinto porque ya tenía experiencia en el desarrollo de métodos matemáticos que permiten dar estimaciones *a priori* de la complejidad de algunos algoritmos, sin tener que examinar uno por uno todos sus resultados intermedios. Esto me permitía cortar los cálculos en un cierto momento cuando los resultados intermedios del algoritmo ya implicaban el resultado final buscado. Estaba claro que a pesar del mensaje negativo de mi tesis el tema iba a seguir. Entonces decidí volver a él, enfocándome en estimaciones más diferenciadas de complejidad de problemas computacionales específicos porque la participación en esta nueva corriente científica podría dar también un acceso privilegiado (barato o gratis) de Argentina al *software* simbólico que se estaba desarrollando en todos lados y que ya había empezado a inundar el mundo.

Llegado definitivamente a la Argentina armé en este espíritu, con los cuatro becarios que ya conocía, un seminario en una sala del Instituto Argentino de Matemática. En este seminario cada uno aportaba con exposiciones lo que había previamente estudiado (yo distribuí los temas) y en este contexto escribíamos nuestros primeros trabajos de investigación, todos enfocados en problemas computacionales de geometría o de álgebra. Las investigaciones fueron recibidas por la comunidad de cálculo simbólico como muy originales y novedosas porque rompieron, utilizando un nuevo método matemático, una muralla de complejidad de problemas computacionales hasta entonces insolubles en la práctica. El eco de estos resultados en la comunidad fue inmediato e inmenso. En los últimos 25 años mi entorno hizo un gran esfuerzo para llevar estos problemas computacionales por lo menos desde la estratósfera a la atmósfera de la complejidad. Como logré demostrar con mi último tesista, Andrés Rojas Paredes, llevarlos siempre a la Tierra es intrínsecamente imposible hoy y en el futuro, ni cambiando drásticamente la representación de los objetos matemáticos involucrados. Este logro, a su vez basado en un nuevo resultado geométrico fundamental, nos valió un premio en 2013.

Al final, en la comunidad de cálculo simbólico competían solo dos métodos esencialmente distintos para resolver problemas computacionales de geometría: uno puramente algebraico y el nuestro. El algebraico (llamado "de las bases de Gröbner") reduce inevitablemente todas las cuestiones computacionales geométricas a la resolución de un simple problema algebraico que lamentablemente exige un espacio de memoria totalmente fuera de órbita. En términos técnicos: el problema algebraico simple es "completo (es decir de máxima complejidad) en espacio exponencial". Sin embargo, nuestro método resuelve todos los problemas fundamentales de la geometría usando un espacio de memoria razonable siendo "polinomial en espacio".

Esta comparación tiene una implicación muy fuerte: la complejidad algorítmica es, en el fondo, un invariante matemático capaz de distinguir entre dos mundos: el geométrico y el algebraico. La computadora no necesita saber a *priori* si está resolviendo un problema geométrico o uno algebraico: si el problema algebraico codifica implícitamente un problema geométrico, la computadora, sin saberlo antes, lo descubre y lo resuelve utilizando económicamente el espacio de memoria disponible. Esto fue una gran sorpresa porque la geometría después de la Segunda Guerra Mundial se había desarrollado en la dirección opuesta, "algebraizando" radicalmente todo con la idea que el lenguaje algebraico es el más adecuado para la geometría.

En los años subsiguientes, el trabajo del grupo estaba abocado a aclarar el aspecto de la complejidad en tiempo de los cálculos necesarios para resolver problemas geométricos. Esto fue un largo proceso que culminó en un paquete de s*oftware* libre, de nombre *Kronecker*, desarrollado por Grégoire Lecerf a partir de 2001 en París.

Lo publicamos, inicialmente, con otros coautores franceses. Francia era el país al que yo estaba más integrado científicamente y al que, en un principio, más visitamos en grupo, trabajando allí como profesores o investigadores visitantes. En segundo lugar, hicimos viajes a Italia y a la RDA. Luego fui frecuentemente a la Unión Soviética, trabajé en la Universidad Estatal de Kazán, Tartaria, y en el Instituto Steklov de Matemática de la Academia de Ciencias de la URSS de Leningrado, LOMI. A pesar de las numerosas invitaciones, nunca viajé a Estados Unidos.

Para los artículos que publicamos adoptamos un seudónimo: Noaï Fitchas. La selección de este nombre tuvo que ver con una situación que se daba en ese momento en Argentina, durante la hiperinflación alfonsinista. No había monedas y los teléfonos privados eran una raridad, por lo que para comunicarse la gente formaba largas colas en bares y farmacias donde se encontraban los teléfonos públicos que se usaban con fichas. Los carteles "no hay fichas" formaban parte del paisaje nacional en esa época. Como nombre, esta frase nos parecía mucho más característica para la Argentina que banalidades como "tango", "milonga" o "dulce de leche". Un poco para jugar con esa frase tan local, le cambiamos su ortografía de manera tal que quedara intacta su fonética (en francés) y finalmente llegamos a la expresión "Noaï Fitchas".

Los primeros integrantes del grupo eran Leandro Caniglia, Pablo Solernó, Teresa Krick y Silvia Danón. Más tarde se sumó Guillermo Matera. Tres de ellos son hoy profesores del Departamento de Matemática de la UBA.

En una ocasión me junté con Marc Giusti, investigador del CNRS de la École Polytechnique París-Palaiseau, y con Bernd Bank, profesor y vicepresidente de la Humboldt Universität de Berlín, para agregar el hasta hoy último eslabón a la geometría proyectiva moderna, nacida entre 1813 y 1814 en la prisión rusa Saratov (región del Volga). Su creador era Jean-Victor Poncelet (1788-1867), entonces un joven oficial del ejército francés que había caído preso en 1812 durante la campaña de Napoleón contra Rusia. Poncelet, privado de toda oportunidad para nuevas hazañas militares, se aburría en su celda fría de Saratov y por este motivo se dedicó a renovar la geometría proyectiva de entonces, fundamento matemático del método de la perspectiva desarrollado por los artistas del renacimiento. Durante los siglos XIX y XX la geometría proyectiva creada por Poncelet tuvo un desarrollo con altibajos, atrayendo por momentos la atención de los geómetras de la época, para volver después a una especie de letargo, sin jamás desaparecer completamente del escenario matemático. Se trata de una disciplina geométrica "clásica".

Con cada uno de estos investigadores, Marc Giusti y Bernd Bank, ya había colaborado anteriormente. Con Marc había dado una forma definitiva al resultado de geometría computacional arriba mencionado de Dima Grigoriev. Posteriormente, habíamos introducido en la geometría computacional una nueva -y, en casos particulares, mucho más eficiente- estructura de datos que finalmente se volvía ubiquitaria en toda la teoría de complejidad algebraica. La idea central para esto la había tenido en 1981/82 en Frankfurt, colaborando con los investigadores Malte Sieveking (1940-) y Claus-Peter Schnorr (1943-).

Por otra parte, en colaboración con Bernd Bank, el grupo Noaï Fitchas había resuelto una conjetura cuantitativa fundamental en la disciplina de matemática aplicada, *Mixed Integer Programming*, mejorando incluso la cota conjeturada. El área de *Mixed Integer Programming* tiene muchas (potenciales) aplicaciones que van desde ingeniería química y economía planificada hasta la ingeniería de *software*.

La atmósfera melancólica del "aquí no se puede", que había encontrado en 1983 (y después) entre los matemáticos argentinos, no era simplemente la resaca de la dictadura sino la consecuencia directa del imperialismo cultural, principalmente norteamericano, instalado en Argentina. Si quería cambiar de algún modo este estado de cosas, no era posible tener aliados "simpáticos" de Estados Unidos que me "apoyaran desinteresadamente". Por otro lado, necesitaba aliados externos porque solo no podía enfrentar semejante obstáculo.

La base material para avanzar en esta cruzada la recibí a partir de 1987 (año en que desembarqué definitivamente en Argentina) en primer lugar desde Francia y en segundo desde Italia. Muchas veces fui nombrado profesor universitario o investigador del CNRS en calidad de visitante. Lo mismo ocurrió más tarde con los otros miembros del grupo Noaï Fitchas. Estas posiciones académicas estaban generosamente remuneradas y además las instituciones me brindaron el acceso a su infraestructura, como las bibliotecas e imprentas, algo muy importante ya que al principio difundía los logros del grupo en versión *samizdat*.

Yo estaba perfectamente asimilado al mundo científico francés y era considerado como uno más entre sus integrantes. Esto se debía a mi forma especial de interactuar con los entonces todavía jóvenes geómetras franceses quienes se encontraban en un momento de transición y habían encontrado en la computación un camino propio para seguir desarrollando la disciplina. Era el principio de la geometría computacional, *Calcul Formel* en Francia. A mis colegas franceses los encontré envueltos en el mundo algorítmico descriptivo ya expuesto. Los algoritmos teóricos estaban presentados como narrativas. Con la ayuda de mi grupo logré paulatinamente convencer a mis colegas franceses de que era importante y posible estimar la complejidad de sus algoritmos, que la complejidad era la noción adecuada para su clasificación y que esta visión les permitiría expresar sus ideas de forma concisa como enunciados precisos y cortos, relegando la descripción del algoritmo concreto al rango de una demostración. Empecé a contribuir en este sentido a la geometría francesa primero en Niza, colaborando con André Galligo y Jacques Morgenstern (1939- 1994). Con Jacques ya había trabajado antes en temas de complejidad algebraica.

En el mismo sentido trabajaba también con Marie-Françoise Roy (1950-), en Rennes, resolviendo dos problemas abiertos fundamentales de complejidad en geometría y topología.

Efectué muchas colaboraciones de este tipo con matemáticos franceses a partir de entonces, y el grupo argentino Noaï Fitchas jugó un papel fundamental en todo este desarrollo hasta 1996, cuando lo ampliamos a nivel internacional bajo el nombre TERA (*Turbo Evaluation and Rapid Algorithms*). Entre 1996 y 2005 tuvieron lugar tres *workshops* internacionales TERA en España y Argentina. El grupo TERA estaba en sus orígenes radicado en la Universidad de Buenos Aires, en la Universidad de Cantabria (España), en la École Polytechnique (Francia) y en la Universidad Humboldt (Alemania). Después se diversificaron las instituciones (y países) donde el grupo TERA estaba presente y aumentó considerablemente la cantidad de sus investigadores, formados o tesistas. El grupo TERA se abrió también a nuevos campos de investigación. La particularidad de nuestra estructura científica era el hecho de carecer de mando central, por lo que la coherencia del grupo se mantenía exclusivamente por la motivación personal de sus miembros, que subordinaban su investigación personal a un fin común.

Ya en 1992 había empezado una cierta tirantez en la comunidad de *Computer Algebra* europea, cuando Jacques Morgenstern y yo nos opusimos a diversas iniciativas para pedir subsidios millonarios a la Comunidad Europea con la promesa del desarrollo de *software* basado en un concepto algorítmico muy algebraico cuya general ineficiencia estaba matemáticamente probada. Por otro lado, mi grupo ya había empezado a desarrollar métodos alternativos para eludir esta situación en el caso de problemas computacionales geométricos. Con TERA intentamos ir por nuestro propio camino, independientemente de la comunidad. Un paso fundamental consistía en el cambio de las estructuras de datos que representaban los objetos matemáticos que manipulábamos. Las tradicionales, en las cuales se basaba el enfoque de la gran comunidad, eran demasiado ineficientes, sobre todo para los problemas computacionales específicos que teníamos en mente. Este camino alternativo requería un replanteo de toda la matemática de base. El éxito que marcó un antes y un después tuvo lugar 1995 y condujo al desarrollo del paquete de *software Kronecker* ya mencionado.

En el frente opuesto intentamos, desde 1998, destrozar el sueño de la comunidad de *Computer Algebra* que suponía que con algoritmos generalistas se podrían un día resolver eficientemente problemas específicos y concretos de geometría (y álgebra) computacionales. En 2016 demostramos que esto era imposible, aun cambiando de estructuras de datos. El resultado está inspirado en una revisión minuciosa de las técnicas de la ingeniera de *software* aplicables a la geometría computacional. Esencialmente se dice que ningún ingeniero de *software*, ni hoy ni en el futuro, va a ser capaz de desarrollar un algoritmo eficiente "*general purpose*" para la geometría computacional. Esto no implica que algoritmos eficientes no sean posibles para problemas especiales y específicos (habíamos dado una posible caracterización matemática de tales problemas con anterioridad).

No sé exactamente en qué momento, pero alrededor de diez años después del último gran éxito grupal, el colectivismo original de Noaï Fitchas empezaba paulatinamente a hacer agua y terminó primando una visión más individualista.

Volviendo al aspecto social del desarrollo del grupo argentino Noaï Fitchas, el simple remplazo de la influencia del imperialismo cultural norteamericano por un neocolonialismo cultural europeo, en particular francés, no era lo que yo buscaba. Por esta razón empecé a ampliar desde 1987, el año de la fundación del grupo, mi relación preexistente con los matemáticos del bloque soviético, que estaban en una situación similar a la nuestra, pero tenían más "poder de fuego". Empecé a viajar a la RDA, la Alemania Oriental de entonces, con algunos de mis alumnos, y también viajé a la URSS, pero solo. Estos esfuerzos condujeron finalmente a la resolución compartida de un problema fundamental de topología computacional y un seminal *paper* en cuestiones métricas de geometría computacional. Pero más importante que estas contribuciones eran las relaciones personales, fundamentales para la lucha codo a codo contra el enemigo común.

En el año de mi llegada definitiva a la Argentina, 1987, tuvo lugar un congreso internacional de informática teórica en Kazan, Tartaria. Todos los informáticos teóricos importantes de la URSS y gran parte de los occidentales se reunían allí.

Rápidamente, me ubiqué en el contexto matemático-informático, y mi principal referente tártaro era Rais Gatich Bukharaev, especialista en autómatas finitos probabilísticos (de interés para el análisis de cadenas de Markov). Rais Gatich era director de la Facultad de Informática de la Universidad Estatal de Kazán y estaba en todos los sentidos bien conectado (más tarde nos visitó en Buenos Aires). Hubo una solemne invitación para mí a la Sección de Ciencias Humanas de la Academia de Ciencias Tártara y en el plan matemático-informático todos firmamos la Declaración de Kazán, estableciendo la informática teórica como una (nueva) ciencia básica y no como una tecnología más. La Declaración de Kazán desembocó más tarde en la inclusión de la informática teórica como un *Technical Committee* en la organización mundial de informática de mayor tamaño, la *International Federation of Information Processing* (IFIP).

Lo que logramos no era simplemente resultado de mis propios esfuerzos, científicos y personales. Podía contar con el apoyo silencioso, pero eficiente de Anatol Slissenko, nacido 1941 en Siberia, en el "Israel" de Stalin, donde ningún judío quería vivir. Anatol es un científico discreto, dedicado mucho más a la ciencia misma que a la gloria personal. La gloria se la llevaron después los discípulos que reunió en el Instituto Steklov de Matemática de la Academia de Ciencias de la URSS, en Leningrado LOMI, sobre todo Dima Grigoriev. Con estos alumnos, Anatol se había convertido en un pionero de la informática teórica en la URSS, sin desatender su propia investigación que se caracterizaba por su originalidad. En este sentido había planteado además un problema fundamental de la geometría computacional métrica que resolvimos juntos en Buenos Aires y que motivó una intensa investigación posterior. Esta contribución se encuentra entre las más destacadas de Anatol.

En los años 90, Dima y el grupo Noaï Fitchas, posteriormente TERA, alcanzamos a dictar la agenda internacional en geometría computacional. Nuestro temario y nuestros enfoques constituyeron la punta de lanza de la disciplina, Dima desembarcando en numerosas ramas de la disciplina con métodos *ad hoc*, mientras nosotros nos limitamos a dos ramas geométricas usando nuestros métodos matemáticos. Mientras tanto los competidores norteamericanos percibían mi actitud como un "imperialismo argentino". Así se expresó una vez, en una gira por Alemania, la conocida matemática norteamericana Leonore Blum.

Quiero señalar que Anatol no fue el único matemático que se había comportado como un caballero preparándome discretamente un terreno de actuación en su ambiente o país. El primero era Michel Demazure, en París, quien, junto a Jacques Morgenstern, en Niza, me abrió las puertas en Francia. Michel era entonces director del *Centre de Mathematiques* de la *École Polytechnique*, París-Palaiseau, y conocido por sus fundamentales contribuciones a la teoría de los grupos algebraicos. Los otros eran Tomás Recio y Bernd Bank, quienes hicieron lo mismo, cada uno en su país, España y RDA.

Parecía que había logrado mi objetivo: conjurar el diablo del imperialismo cultural por lo menos en el país, Argentina, y en la disciplina, la geometría computacional. No fue así. Hoy quedan solamente las publicaciones, no obstante muy leídas y citadas todavía. Pero son como fósiles de un pasado glorioso.

■ EL CARÁCTER INFORMÁTICO DE LOS IDIOMAS AGLUTINANTES EN EL CASO DE LOS IDIOMAS TÚRQUICOS: UN ESTUDIO FILOLÓGICO

Paso ahora a describir mi actividad en las otras dos disciplinas que había estudiado (en Zúrich y en Frankfurt) y a las cuales contribuí científicamente: la filología de los idiomas turcos y la antropología sobre sistemas de valores, pauperismo y su historia.

Empiezo con la filología, cuyas preguntas fundamentales me llevaron primero a la lógica matemática y finalmente a la geometría.

La filología a la que me refiero, la lingüística diacrónica, surgió al principio del siglo XIX, después de un intento sin éxito en 1647. Esta disciplina surgió con la llegada de textos en sánscrito a Europa a fines del siglo XVIII. El científico prusiano y fundador de la *Berliner Universität* (hoy *Humboldt Universität zu Berlin*, con 29 Premios Nobel), Wilhelm von Humboldt (1767-1835), estaba además comprometido con el sánscrito. El famoso lingüista general, Noam Chomsky, dice que el enfoque de Humboldt hacia el lenguaje humano introducía un nuevo punto de vista en la lingüística. Humboldt puso el acento sobre el carácter recursivo del lenguaje humano. Según él, los *corpora* (todos los posibles textos) de los lenguajes "naturales" (idiomas) pueden ser generados y decididos en finitos pasos usando un número finito de reglas formales. Desde un punto de vista puramente sintáctico esta afirmación parece correcta.

Por ejemplo, el conjunto de números que puede ser expresado en un lenguaje natural es generalmente infinito y sus representaciones en el lenguaje dado pueden ser generadas por ciertas reglas. La semántica (el sentido) de una representación dada puede ser derivada de su expresión sintáctica.

Usualmente esta propiedad sintáctica de los lenguajes naturales está reconocida en lingüística. Sin embargo, ¿cómo se construye la semántica (el sentido) de una oración a partir de su estructura sintáctica?

Quizás no de manera totalmente consciente, los primeros científicos de la lingüística histórica estaban interesados en este problema, es decir, en la semántica de los lenguajes naturales. Sin embargo, su enfoque era distinto del de Humboldt. Empezaban con una revisión histórica del vocabulario, de la morfología y fonología de los lenguajes naturales. Para este fin era necesario describir exactamente y en detalle la sintaxis de los lenguajes naturales y el enfoque histórico, que restringe la cantidad de gramáticas asociadas con la construcción de algún sentido, podría ser útil para esto.

Esta reflexión era un punto de partida importante para mí. Para el problema de la asignación de un sentido a una oración necesitaba ejemplos concretos. En este contexto empecé a pensar en el recurso de la geometría. Pensaba, por ejemplo, que el sentido de los predicados univariados (propiedades) podría estar restringido exclusivamente a figuras geométricas (variedades), el de predicados bivariados (relaciones bivariadas) a variedades de incidencia, etc. Esta fue la razón por la que empecé a ocuparme de geometría.

En el año 1973, viviendo en Zúrich, decidí aprender un idioma aglutinante para entender de manera más profunda la lingüística general que me interesaba. Para practicar este idioma estaba buscando hablantes nativos. Esta condición la cumplían entonces en Zúrich solo los húngaros y unos pocos "turcos" de Turquía. Me decidí por los turcos (eran más exóticos).

Naturalmente, no cualquier gramática sirve para definir los sentidos de las oraciones de un lenguaje natural. Es necesario que las reglas formales sean transmisores de sentido para la determinación del sentido de una oración. En particular expresiones u oraciones ambiguas deben tener más que una derivación posible según estas reglas y cada una debe ser portadora de un sentido diferente. El mismo punto de vista puede ser aplicado a la sintaxis histórica. En este caso las reglas "transmisoras de sentido" se aplican a los cambios fonológicos del vocabulario y de la morfología.

Apliqué este punto de vista a la descripción de la estructura lexical y morfológica de los idiomas túrquicos. Por esta razón estudié turcología, primero de manera autodidacta en Zúrich, y después de forma institucionalizada en la Universidad de Frankfurt/Meno.

El resultado más destacable de mis investigaciones en turcología fue el siguiente: en sus aspectos morfológicos y fonológicos los idiomas túrquicos se caracterizan por ser "regulares" en el sentido preciso de la teoría de los lenguajes formales, una subdisciplina de la lógica que es fundamental para la construcción de compiladores eficientes en informática. En particular es fácil decidir si la estructura de superficie de una expresión dada pertenece al idioma túrquico dado (siendo una palabra correcta del mismo) o no. La exactitud de una expresión dada se decide casi tan rápidamente como su lectura. Esto no es una afirmación trivial, porque cualquier idioma túrquico contiene expresiones ambiguas. El punto crucial es el siguiente: en estos idiomas se alcanza una capacidad de memoria RAM constante para decidir casi tan rápido como la lectura la exactitud de cualquier expresión. Las reglas formales gramaticales que había utilizado para la presentación de dos idiomas túrquicos, el turco de Turquía y el tártaro, ambos en su forma estandarizada, reflejaron el desarrollo fonológico diacrónico de estos idiomas.

Con este resultado fui el primer investigador que justificó la disciplina de la Turcología desde el punto de vista de los lenguajes formales. Existían entonces tres publicaciones anteriores (referidas solo al turco de Turquía) que se limitaban exclusivamente a aspectos formales de la morfología, sin realmente incluir aspectos fonológicos de profundidad y sin el aspecto diacrónico del desarrollo del idioma.

Había empezado desarrollar estas ideas a partir de 1973, primero para facilitarme a mí mismo el aprendizaje del turco de Turquía, y más tarde para enseñar este idioma. Para la presentación de mis reflexiones en 1988 en Weimar y posteriormente para su publicación me junté con el turcólogo alemán Claus Schönig (1955-2019).

A mi modo de ver la conferencia más exitosa de mi vida tuvo lugar en la *Permanent International Altaic Conference* (PIAC) en 1988 en Weimar, RDA, sin ninguna preparación previa. Al llegar a Weimar me preguntaron si quería hablar y dije impulsivamente que sí, tirándome a la pileta. La noche anterior a mi exposición la pasé en vela, preparando mis transparencias. Cuando terminé la conferencia, el *chairman*, el conocido orientalista húngaro Geza Bethlenfalvy declaró que no había tiempo para preguntas (más tarde me enteré de que había hablado una hora entera en lugar de la media hora prevista). El público protestó, en primer lugar los mongolistas. Se votó y al final conseguimos tiempo para la discusión. Con esto tenía mi fama hecha en la (gran) comunidad de la PIAC. A raíz de esta conferencia me invitaron en 1989 a hablar en la *Csóma Society of Oriental Studies* de la Academia de Ciencias Húngara, en Budapest. Allí conocí a los turcólogos húngaros más importantes de ese momento. Repetí la conferencia en el mismo año en el Seminario de Turcología de la Universidad de Maguncia.

Con respecto al finlandés (que pertenece al grupo de los idiomas fino-úgricos que también son aglutinantes como los túrquicos), el lingüista Kimmo Koskenniemi desarrolló más o menos en el mismo periodo que yo un punto de vista similar, hoy conocido como *Two Level Morphology*. Sin embargo, Koskenniemi enfoca en los aspectos semánticos de la expresión que analiza, mientras yo estaba interesado en el aspecto diacrónico-fonológico. Pero, técnicamente el proceder es el mismo.

Personalmente no veo mi compromiso con la turcología, la matemática y la informática como actividades substancialmente diferentes. Todo ocurría entrelazado con mi adaptación al "socialismo real existente" de la Unión Soviética.

■ LA BÚSQUEDA DE LA PRECISIÓN EN ANTROPOLOGÍA CULTURAL: UN APORTE DESDE LA LÓGICA

Mi primer curso en antropología cultural se llamaba "Culturas pastoriles" (pero los ejemplos no provenían de Suiza, sino de los Balcanes), un tema que tiene que ver con el ambiente en el que mejor me sentí durante mi infancia, con los pastores de la zona prealpina, que eran los más pobres que hasta entonces había cruzado en Suiza y eran los que mejor me trataban. Mi entorno en antropología cultural pertenecía a la escuela fundada por Richard Weiss, que había revolucionado toda la antropología cultural europea sacándola del tradicional folclorismo y estableciendo la disciplina como una verdadera ciencia. A esta escuela había también pertenecido Rudolf Braun, uno de los fundadores de la historia social moderna con su obra pionera sobre los tejedores preindustriales del (históricamente pobre y reprimido) Oberland (tierra superior) de Zúrich. Mi maestro era Arnold Niederer, también alumno de Richard Weiss, quien se había habilitado en la Universidad de Zúrich con un tratado fundamental sobre el trabajo colectivo en el espacio alpino. Su biografía, fuera de lo común, muestra que no necesitaba estudiar pauperismo por libros, tenía su propia experiencia en el tema. Sus seminarios, a los cuales contribuí con varias exposiciones, trataban diferentes aspectos del mundo del trabajo.

Mi único verdadero "*paper*" en una revista científica de antropología cultural, en el que discutía con la teoría epistemológica de K. Popper, generó una polémica que duró años. Pero publicar no era la esencia de mi trabajo en antropología cultural, sino el desarrollo de una visión diferente de la usual en ciencias sociales, que debo en gran parte al apoyo discreto de Niederer. El típico enfoque en las ciencias sociales, todavía hoy, es la "explicación" (muchas veces mediante argumentos racionales) del comportamiento social del ser humano. El investigador social se pone en una posición de observador "objetivo", similar a un entomólogo, que clasifica el comportamiento de sus congéneres y los "explica", generalmente olvidándose de sus propios prejuicios o llamándolos, en el mejor caso, "hipótesis de trabajo".

Un típico representante (y pionero) de esta visión de las ciencias sociales era Talcott Parsons (1902-1979) con su teoría de sistemas sociales basada en el concepto de la acción. Aunque aparecieron a partir de los años 70 críticas al enfoque de Parsons, los conceptos generales de su visión siguen vivos hasta hoy.

A mí me parecía (y me parece todavía) un sinsentido bombardear al lector con conceptos abstractos, mientras las observaciones concretas de campo se describen de una manera imprecisa en un lenguaje *ad hoc*. Por eso resulta imposible después comparar un estudio con otro. Un típico ejemplo de ciencias sociales de este estilo es la (abundante) literatura "científica" en Argentina sobre cartoneros que se destaca por conceptos inapropiados (¿qué es un "cartonero"?), afirmaciones imprecisas que van de irrelevantes hasta directamente falsas. El efecto de este pensamiento son científicos sociales que están cerca de la política (y de los políticos que los proveen con cargos en la administración pública), alejados de la realidad de las capas bajas de la sociedad que ni siquiera conocen de vista.

Figura 2: *2004: Con Lidia Quinteros hablábamos diariamente por el proyecto "Sin pan y sin trabajo". Como no podíamos resolver todo por teléfono, iba a Belgrano -después de la Facultad- y mientras cirujeaba con Lidia charlábamos del tema. Saqué un documento de cartonero (que otorgaba el gobierno de la ciudad) para que no me molestara la policía.* **Foto**: Pablo Garber.

Conozco bastante el tema cartonero ya que desde 2002 mantengo una estrecha colaboración y amistad con Lidia Quinteros, cartonera y fundadora del famoso Tren Blanco (de los cartoneros) que circuló desde los últimos años de la década del 90 hasta fines de 2007 entre Capital Federal y José León Suárez. En los primeros seis años luchamos juntos por los intereses de los "cartoneros libres" (aquellos no agrupados en cooperativas) frente a las autoridades estatales y la empresa privada Trenes de Buenos Aires. Yo cirujeaba con Lidia dos o tres veces por semana en el barrio de Belgrano y le arrastraba la carreta cargada hasta la estación de trenes en Colegiales de Capital Federal.

En 2004 Lidia y yo abrimos en el asentamiento "La Cárcova", de José León Suárez, el aula "Sin pan y sin trabajo", pensada para dar clases de apoyo a los alumnos villeros de la cercana escuela primaria. Rápidamente el aula de apoyo se convirtió en escuela de alfabetización. Finalmente, en 2008, creamos juntos en el Reciparque de la CEAMSE Norte III la "Recicladora del Primer Tren Blanco", presidida durante muchos años por Lidia.

Para mi actividad con los cartoneros del Tren Blanco podía contar de forma continua con el apoyo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA y en particular de sus físicos. Solamente entre algunos investigadores del CONICET noté cierta hostilidad, pero esto no era la postura oficial de la institución que solía mantenerse neutra.

En resumen, por lo menos durante los años 2003-2007 luché a la par con el "lumpenproletariado" argentino contra el "lumpencapitalismo" criollo. Este último término lo utilizo en el sentido en el que lo desarrolló, como "lumpenburguesía", el sociólogo André Gunder Frank.

Mi punto de partida en antropología era que en realidad todavía no había llegado el momento histórico de las grandes teorías y que había que conformarse con una mera descripción, sin embargo la más precisa posible, de los hechos y estructuras sociales del pasado: esto es el tema de la historia social. Hacía falta un lenguaje que permitiera una descripción precisa de los acontecimientos sociales (sin pretensión de "explicar").

Uno podría pensar en el caso más simple de la descripción de un ritual de costumbres tradicionales en una fiesta popular descomponiéndolo en pasos ("elementos") sucesivos. Esta visión estructuralista ya se vuelve demasiado simplista a causa de su pretendida unidimensionalidad: en tales rituales (siempre existen acciones paralelas que se cruzan y superponen). Más aun cuando se trata de estructuras y procesos mentales. En este caso la tarea consiste en describir de manera precisa, es decir, textualmente, las creencias ("ideologías", prejuicios) y las normas de una determinada población. Estas no necesitan ser siempre consistentes entre sí porque se utilizan en distintas situaciones sociales. Se trata de sacar de ellas conclusiones lógicas. Con el propósito de realizar esta tarea tuve que desarrollar una lógica para la parte normativa del problema.

No sabía en ese momento que ya existía una lógica, llamada deóntica, para tal fin. Esta se basaba en la lógica modal y por esta razón contenía antinomias. Mi acercamiento al problema era diferente y no tenía este defecto. Un texto que había escrito sobre este tema circulaba en 1972 en forma de *samizdat* en el ambiente de los sociólogos de Zúrich. Había desarrollado entonces la primera lógica deóntica sin antinomias y la apliqué a distintas situaciones, al inicio, bastante teóricas y en años posteriores bien concretas y específicas. Un ejemplo es la descripción del sistema de valores de los cartoneros del Tren Blanco. Lo comparé con el de los tejedores de fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX, quienes se habían resistido en el Oberland de Zúrich al desarrollo de la industria textil. Al final, la industria textil los absorbía aprovechándose de su especial disciplina de trabajo y sus conocimientos de textiles. Lo mismo había pasado con los cartoneros que se caracterizaban por su muy particular “ética de trabajo”. Hoy están encerrados y apartados de la “gente” en galpones manejados por “cooperativas”. Se terminó la libertad y la “ética de trabajo”. Mis descripciones son de acceso público, una por ejemplo está publicada en una revista anarquista española que figura en las bases de datos de instituciones científicas y académicas. Sin embargo, nunca intenté transformar estas investigaciones en *paper* de una revista científica de antropología cultural. Esto no impidió que tuviera eco nacional e internacional entre historiadores sociales.

EL CONFLICTO ENTRE ÉTICA Y REALIDAD EN CIENCIA

Con esto termino la descripción de una vida científica frustrada. Mi frustración se da sobre todo en el ámbito de las Matemáticas. Pero también siento tristeza al darme cuenta de que la Turcología prácticamente ha dejado de existir. Por ejemplo la cátedra Claus Schönig en Berlín no se ocupó más desde su muerte y en el *Amherst College* en Bloominton no existen más Estudios Altaicos. Es posible que la Turcología en Maguncia se esté recuperando, pero ya no es lo que era cuando mi amigo Lars Johanson tenía la cátedra (1973-2001).

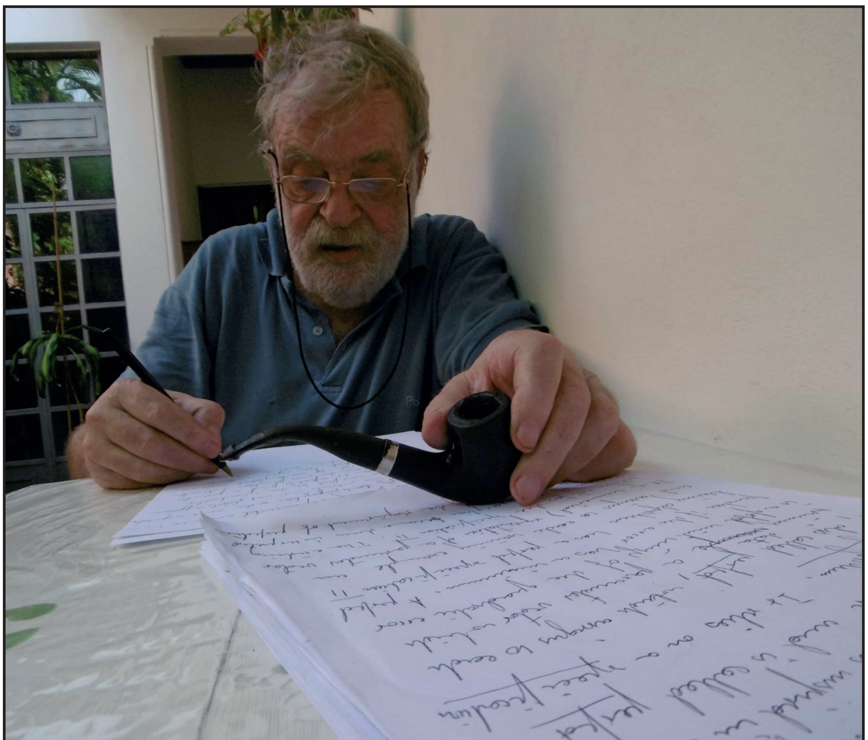

Figura 3: *2017: Preparando un trabajo donde se exhibe una sucesión infinita de simples arquitecturas de redes neuronales que son incapaces de aprender eficiente y exactamente todos los datos de entrenamiento de un cierto tamaño moderado que se les presentan. Esto contradice al predicamento actual del aprendizaje automático.* **Foto**: Verónica Engler.

No me quejo de mi impacto internacional. Me siguen citando y leyendo todavía muchos (sobre todo en el Tercer Mundo) con 4500- 5000 citas (*Google Scholar*) y 7000 *reads* (en *Researchgate*). Naturalmente el impacto de todo lo que hicimos en grupo es considerablemente mayor. Esto está muy bien para Matemáticas e Informática Teórica. El problema no es a nivel internacional, sino a nivel local. El grupo prácticamente no existe más. En parte porque se dispersaron, en parte porque algunos de sus integrantes fueron desvalorizados. Además, la gente está aislada, no hay comunicación en el Departamento de Matemática de la UBA.

Describí algunas batallas ganadas, como cuando Dima Grigoriev y yo nos impusimos en nuestros campos, el “imperialismo argentino” y toda la historia de los descubrimientos que marcaron un antes y después. Pero la guerra la perdí, y eso lo demuestran la falta de atención a nuestros resultados en Argentina y la sucesiva desintegración del grupo.

Uno puede pensar que yo mismo provoqué el fracaso comportándome como un Don Quijote que lucha contra los molinos de viento. Cuando empecé todos me decían que era una locura, “así no, no se puede aquí” y me predijeron un rotundo fracaso. Igual lo logré al principio.

Más atinada me parece para explicar mi sensación la pieza teatral de Bertold Brecht (1898-1956) *Der gute Mensch von Sezuan* (El alma buena de Szechwan). La historia es protagonizada por Shen Te, una joven incapaz de decir "no" ante el requerimiento de un pobre, y por su primo "malo" pero eficiente, Shui Ta, que intenta arreglar todos los problemas económicos causados por la bondad impulsiva de Shen Te. Todo termina en un gran fracaso que ni los dioses pueden arreglar. El tema aquí es el conflicto entre ética y realidad. La historia muestra que un alma buena no sirve para nada porque la realidad es demasiada compleja y exige permanentemente decisiones prácticas que no son compatibles con una vida exclusivamente guiada por la ética. En mi caso no tenía un problema ético. Mi objetivo era ubicar a la Argentina en un lugar internacionalmente privilegiado en un campo de la Matemática. Esto se logró al principio y visto desde afuera. Pero aquí la percepción de la Matemática es mucho más superficial y sensacionalista.

La obra de Brecht refleja bastante bien mi vida por el conflicto subyacente: en la pieza se discute el conflicto entre ética y realidad. Mi vida no fue ética (desprecio profundamente el accionar puramente ético) y siempre defendí la racionalidad como *ultima ratio* para actuar (el "imperativo categórico" de Kant), pero siempre me hice guiar por objetivos grandes y entendibles para todo el mundo. Por ejemplo, determinar la complejidad intrínseca (exacta) del problema computacional de la eliminación geométrica.