

Endre Szemerédi, Matemática discreta, teoría de números, combinatoria extrema, informática teórica

Endre Szemerédi nació durante la Segunda Guerra Mundial, el 21 de agosto de 1940, y su madre murió cuando él tenía ocho años. Tenía dos hermanos, pero los tres niños fueron enviados a diferentes internados para huérfanos. Explica en [Ref 14] cómo las matemáticas le resultaron útiles en la escuela primaria:

... cuando estaba en la escuela primaria, era muy bajo y débil y los chicos más fuertes me golpeaban. Así que tuve que encontrar a alguien que me protegiera. Tuve un poco de suerte, ya que el chico más fuerte de la clase no entendía nada de matemáticas. Nunca pudo resolver los ejercicios de la tarea, y mucho menos aprobar el examen. Así que resolví los ejercicios de tarea para él y me senté a su lado en el examen. Por supuesto, hicimos trampa y aprobé el examen. Pero él era una persona honesta y siempre me protegió después de los otros grandes para que yo estuviera a salvo. Por lo tanto, mi interés temprano por las matemáticas fue impulsado más por la necesidad y el interés propio que por cualquier otra cosa. En primaria trabajé mucho con las matemáticas pero solo en ese nivel, resolviendo ejercicios de primaria.

No se especializó en matemáticas en la escuela secundaria porque su padre quería que se convirtiera en médico. Esto se debió a que, en ese momento, se pensaba que la profesión médica era la de mayor estatus y la mejor pagada. Por lo tanto, estudió biología en la escuela y, después de graduarse, ingresó a la facultad de medicina.

Szemerédi solo pasó seis meses en la facultad de medicina, pero la abandonó antes del final del primer semestre. Dijo [Ref 14]:

Me di cuenta de que, por varias razones, no era para mí.

Las razones principales fueron [Ref 16]:

No estaba seguro de poder hacer un trabajo con tanta responsabilidad. También tenías que estudiar mucho, lo cual no se me daba bien.

Sin saber qué era lo mejor para él, tomó un trabajo como peón en una fábrica de maquinaria dirigida por Precision Mechanics Corporation. Pasó casi dos años en este trabajo antes de que un evento fortuito lo llevara a convertirse en matemático.

En la escuela secundaria, su mejor amigo había sido Gábor Ellmann, quien había sido, con mucho, el mejor matemático de su clase. Ellmann había comenzado sus estudios de matemáticas y física en la Universidad Eötvös Loránd de Budapest en 1958. Un día Szemerédi paseaba por el centro de Budapest cuando vio a Ellmann y fue a charlar con él. Ellmann iba a encontrarse con su novia pero, como llegaba con quince minutos de retraso, ella no lo había esperado. Szemerédi y Ellmann charlaron y, naturalmente, Ellmann le preguntó a Szemerédi qué estaba haciendo. Cuando se enteró de su trabajo en la fábrica, Ellmann le dijo a Szemerédi que

debería ir a la Universidad Eötvös Loránd y estudiar matemáticas. No solo era esta la opinión de Ellmann, sino que, dijo, sabía que su profesor de matemáticas de secundaria, Sándor Bende, siempre había pensado que Szemerédi debería haber estudiado matemáticas. Szemerédi siempre había respetado los consejos de su amigo, por lo que hizo lo que le sugerían y entró en la Universidad Eötvös Loránd en 1960.

En su primer año en la universidad, el año académico 1960-61, Szemerédi tomó cursos de matemáticas y física con el objetivo final de convertirse en profesor de secundaria. No encontró estimulantes los cursos a los que asistió, pero continuó hasta su segundo año. Fue en ese momento cuando las cosas cambiaron radicalmente para Szemerédi y la persona que propició ese cambio fue Paul Turán [Ref 16]:

Turán dio un maravilloso curso completo de todo el año sobre teoría de números.

Describe cómo el rumbo de Turán cambió sus ambiciones en [Ref 14]:

Sus conferencias eran perfectas. De alguna manera podía hablar con todos los diferentes tipos de estudiantes, desde los menos buenos hasta los buenos. Estaba tan impresionado con estas conferencias que decidí que me gustaría ser matemático.

Mientras estudiaba, Szemerédi colaboró con dos destacados jóvenes matemáticos, András Sárközi y János Komlós. András Sárközi (nacido en Budapest en 1941) fue estudiante en la Universidad Eötvös Loránd de 1959 a 1963. Luego se convirtió en investigador en el Departamento de Álgebra y Teoría de Números en Eötvös Loránd. János Komlós (nacido en Budapest en 1942) también fue estudiante en la Universidad Eötvös Loránd. Obtuvo su doctorado en 1967 asesorado por Alfréd Rényi. Szemerédi se graduó con una maestría de la Universidad Eötvös Loránd en 1965. Luego, después de haber aceptado tres artículos para su publicación, se unió al Instituto de Investigación Matemática de la Academia de Ciencias de Hungría. Estos tres artículos fueron (con János Komlós y András Sárközi) Sobre sumas de potencias de números complejos (1964), (con András Sárközi) *Über ein Problem von Erdős und Moser* (1965), y (con András Sárközi) *Sobre la secuencia de cuadrados* (1965).

En el Instituto de Investigación Matemática, Szemerédi comenzó a colaborar con Paul Erdős, quien era un visitante frecuente. En ese momento, Erdős no tenía un puesto fijo, sino que iba de una universidad a otra en todo el mundo. Sin embargo, visitaba Budapest con frecuencia ya que su madre continuaba viviendo en Hungría. Szemerédi dijo [Ref 14]:

Paul Erdős tenía muchos problemas, conjeturas. Algunos de ellos no eran tan difíciles, pero los otros eran extremadamente difíciles. Por suerte o por desgracia, la solución a muchos de sus problemas requería sólo métodos elementales. Por supuesto, muy a menudo, las pruebas que utilizan solo métodos elementales no son simples porque uno puede tener que reunir los ingredientes básicos de formas extremadamente complicadas y sofisticadas. Sabiendo que tenía un conocimiento muy limitado, estaba muy feliz de que Paul Erdős estuviera dispuesto a trabajar conmigo. Con él y un colega matemático, András Sárközi, escribimos una gran cantidad de artículos sobre teoría de números.

De hecho, el primer artículo de Szemerédi con Erdős también incluía a András Sárközi como coautor. Fue el artículo *Sobre las propiedades de divisibilidad de las*

sucesiones de enteros (1966). Szemerédi continuó escribiendo muchos (alrededor de 30) artículos conjuntos con Erdős pero, de hecho, este número fue superado por



su otro coautor de estos primeros días, András Sárközy, quien tiene el récord de la mayor cantidad de artículos conjuntos con Erdős (alrededor de 50). Por el impresionante trabajo que había realizado hasta ese momento, Szemerédi recibió el Premio Grünwald en 1967 de la Sociedad Matemática János Bolyai, y recibió el premio nuevamente al año siguiente. Este premio, que lleva el nombre de Géza Grünwald (1910-1943), fue otorgado a jóvenes investigadores destacados.

En esta etapa, Szemerédi no tenía un doctorado y, dado que Hungría ahora tenía fuertes vínculos con Rusia y Alexander Gelfond era un teórico de números líder en el mundo, Szemerédi solicitó hacer una investigación en Moscú con Gelfond como su asesor de tesis. Sin embargo, un desafortunado error ortográfico (una "a" en lugar de una "o") significó que cuando llegó a Moscú en 1967 descubrió

que había sido asignado para ser alumno de Israil Moiseevic Gelfand [Ref 14]:

Inmediatamente me di cuenta de que esto no era para mí, y Gelfand también se dio cuenta y me aconsejó que no hiciera más matemáticas, diciéndome: "Solo trata de encontrar otra profesión, hay muchas en el mundo en las que puedes tener éxito". Yo tenía veintisiete años en ese momento, y él tenía todos estos estudiantes estrella de alrededor de veinte años, ¡y veintisiete se consideraba viejo!

El tipo de matemáticas de Gelfand no le sentaba nada bien a Szemerédi pero no quería darse por vencido y volver a Hungría como un fracasado. Sin embargo, tuvo un poco de suerte, ya que alrededor del final de su primer año como estudiante de doctorado en Rusia, hubo una conferencia en Debrecen, Hungría, a la que asistió Gelfond. Szemerédi, como estudiante húngaro que podía hablar ruso, fue asignado para cuidarlo y mostrarle el lugar. Una vez que Gelfond se enteró del error que había ocurrido, dijo que cuando regresara a Moscú haría arreglos para que Szemerédi se convirtiera en su alumno. Lamentablemente, esto no sucedió ya que Gelfond murió dos meses después de regresar a Moscú. Szemerédi continuó como alumno de Gelfand, pero se le permitió escribir su tesis sobre combinatoria. Tuvo que tomar otros exámenes también y fue examinado por Sergei Bernstein en dos ejercicios de las publicaciones de Alexander Kirillov sobre la teoría de la representación. Serguéi Bernstein [Ref 14]:

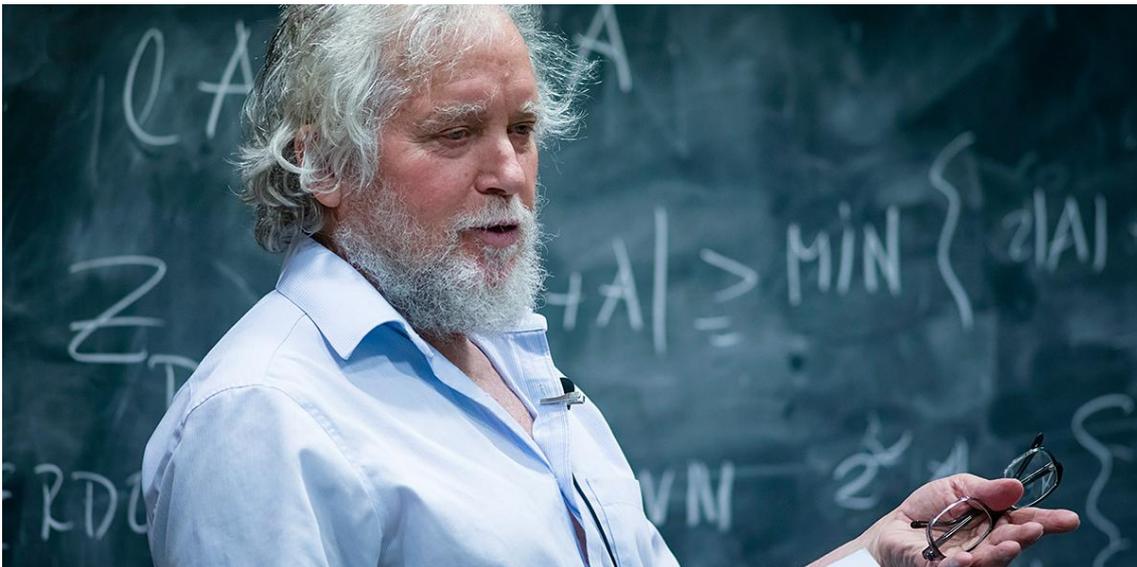
... encontró el error en la solución, pero dijo que lo importante era el esfuerzo que había puesto en él más que el resultado, y me dejó aprobar el examen.

Después de presentar su tesis, Szemerédi recibió el título de candidato (equivalente a un doctorado) de la Universidad Estatal de Moscú en 1970. De vuelta en el Instituto de Matemáticas de la Academia Húngara de Ciencias, Szemerédi recibió el Premio Alfréd Rényi en 1973, que fue un premio anual para reconocer el desempeño sobresaliente en la investigación matemática durante los cinco años anteriores. Para 1973, Szemerédi había publicado más de 30 artículos y, dos años después, en 1975, publicó un resultado muy significativo que ahora se conoce como el *Teorema de Szemerédi*. Este resultado había sido conjeturado en 1936 en el artículo *Sobre algunas sucesiones de enteros de Erdős y Paul Turán*. El *Teorema de Szemerédi* establece que en cualquier conjunto de números enteros con densidad positiva, existen progresiones aritméticas arbitrariamente largas. Aquí hay una declaración precisa del teorema de Szemerédi:

Para todo entero positivo k y todo $1 \geq d > 0$ existe un entero N tal que todo subconjunto A contenido en $\{1, 2, \dots, N\}$, $\{1, 2, \dots, N\}$ de tamaño al menos dN , contiene una progresión aritmética de longitud k .

Tim Gowers escribe [Ref 8]:

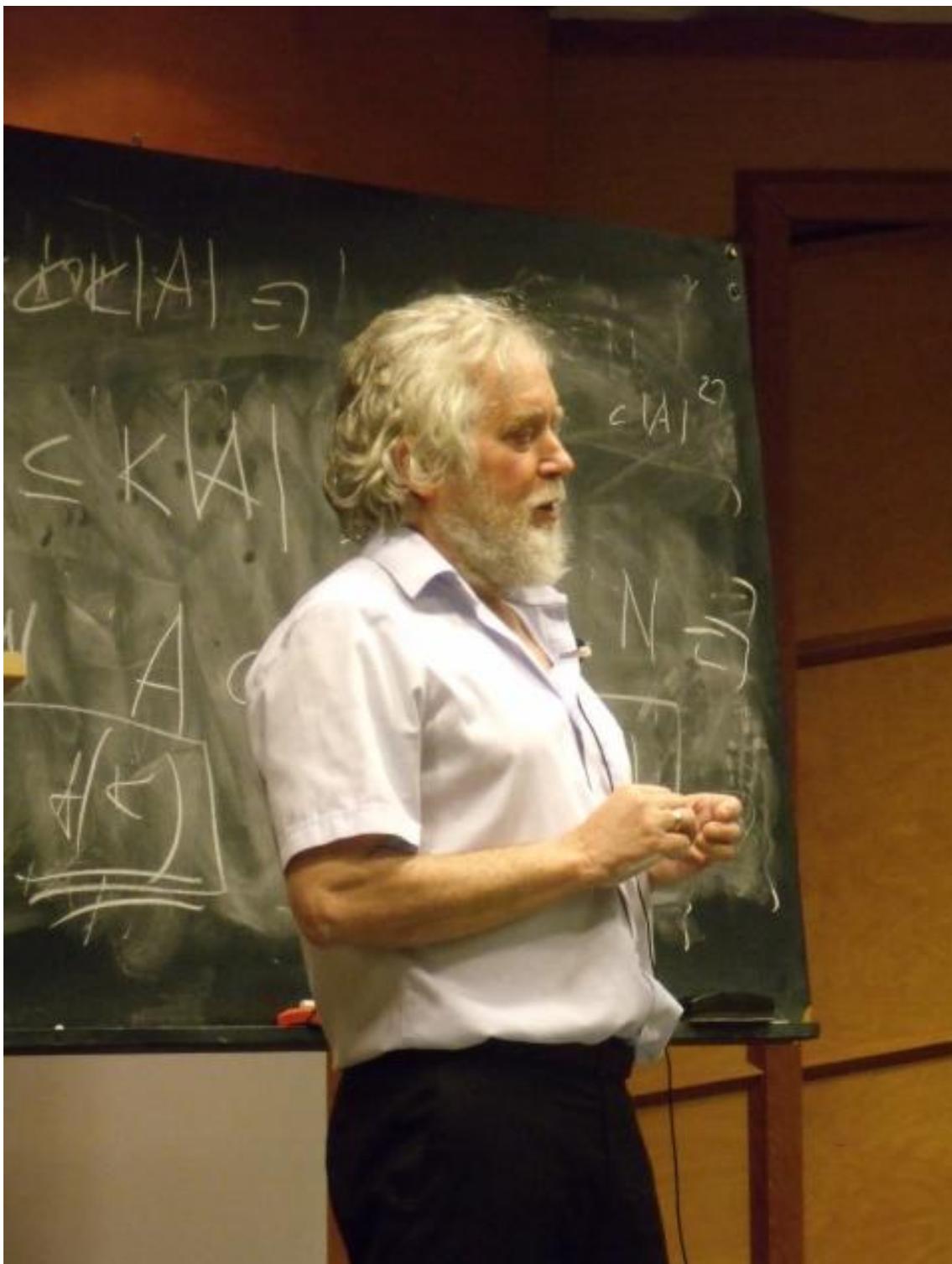
Este teorema es uno de los aspectos más destacados de las matemáticas del siglo XX, pero también se encuentra en el centro de una gran cantidad de investigaciones muy recientes. También nos dio el lema de regularidad de Szemerédi, un resultado que se originó en la demostración del teorema de Szemerédi pero que se convirtió en una herramienta importante en la combinatoria extrema.



Los detalles de estos notables logros también se dan en [Ref 4]:

La demostración de Szemerédi fue una obra maestra del razonamiento combinatorio y se reconoció de inmediato que tenía una profundidad e importancia excepcionales. Un paso clave en la prueba, ahora conocido como el lema de regularidad de Szemerédi, es una clasificación estructural de grafos grandes. Con el tiempo, este lema se ha convertido en una herramienta central tanto de la teoría de grafos como de la informática teórica, lo que lleva a la solución de problemas importantes en las pruebas de propiedades y da lugar a la teoría de los límites de grafos. Aún esperaban otras sorpresas. Más allá de su impacto en las matemáticas discretas y la teoría de números aditivos, el teorema de Szemerédi inspiró a Hillel Furstenberg a desarrollar la teoría ergódica en nuevas direcciones. Furstenberg dio una nueva prueba del teorema de Szemerédi al establecer el *Teorema de*

Recurrencia Múltiple en la teoría ergódica, vinculando inesperadamente preguntas en matemáticas discretas con la teoría de sistemas dinámicos. Esta conexión fundamental condujo a muchos desarrollos posteriores, como el teorema de *Green-Tao* que afirma que existen progresiones aritméticas arbitrariamente largas de números primos.



Szemerédi siguió recibiendo premios por su destacado trabajo. La Sociedad de Matemáticas Industriales y Aplicadas le otorgó el Premio Pólya por Logros en 1975 y, en 1979, recibió el Premio de la Academia Húngara de Ciencias. En 1982 fue elegido miembro correspondiente de la Academia Húngara de Ciencias y se

convirtió en miembro de pleno derecho en 1987. En 1986, Szemerédi se mudó a los Estados Unidos cuando fue nombrado profesor de informática del estado de Nueva Jersey en la Universidad de Rutgers. Sin embargo, continuó ejerciendo su cátedra en el Instituto de Matemáticas Alfréd Rényi de la Academia Húngara de Ciencias en Budapest. Además de continuar ocupando estos dos cargos, Szemerédi ocupó varias cátedras visitantes: Universidad de Stanford, 1974; Universidad McGill, 1980; Universidad del Sur de California, 1981-1983; Universidad de Chicago, 1985-1986; Académico Distinguido de Fairchild, Instituto de Tecnología de California, 1987-1988; Cátedra Aisenstadt en el Centre de Recherche Mathématique de Montreal, 2003; Instituto de Estudios Avanzados, Princeton, 2007-2008 y 2009-2010; y Profesor Eisenbud, Instituto de Investigación de Ciencias Matemáticas, Berkeley, 2008.

Después de los premios que hemos mencionado anteriormente, Szemerédi recibió: el Premio Leroy P Steele de la American Mathematical Society for Seminal Contribution to Research, 2008:

... por su artículo "Sobre conjuntos de enteros que no contienen k elementos en progresión aritmética".

Ganó el Premio Rolf Schock en Matemáticas decidido por la Real Academia Sueca de Ciencias, 2008; la serie de conferencias DeLong, Universidad de Colorado, 2010; el Premio Abel, 2012 [Ref 4]:

... por sus contribuciones fundamentales a las matemáticas discretas y la informática teórica, y en reconocimiento del impacto profundo y duradero de estas contribuciones en la teoría de números aditivos y la teoría ergódica.

Recibió el Premio George Washington, de la Fundación Húngara Estadounidense, en una cena celebrada en el Hotel Waldorf Astoria, Nueva York, el 14 de noviembre de 2012.

Otro honor otorgado a Szemerédi se describe en [Ref 12]:

En 2010, con motivo del 70 cumpleaños de Szemerédi, el Instituto de Matemáticas Alfréd Rényi y la Sociedad Matemática János Bolyai organizaron una conferencia en Budapest para celebrar sus logros. En el libro 'Una mente irregular', publicado antes de la conferencia, se afirma que "Szemerédi tiene una 'mente irregular'; su cerebro está conectado de manera diferente a la de la mayoría de los matemáticos. Muchos de nosotros admiramos su forma única de pensar, su visión extraordinaria".

También en 2010, Szemerédi recibió un doctorado honorario de la Universidad Carolina de Praga.

Resumiendo los logros de Szemerédi hasta 2012, Tim Gowers escribe [Ref 8]:

Algunos matemáticos son famosos por uno o dos teoremas principales. Otros son famosos por un cuerpo enorme e importante de resultados de clase alta. Muy de vez en cuando, hay un matemático que es famoso por ambos. Ningún relato del trabajo de Szemerédi estaría completo sin una discusión del teorema de Szemerédi y el lema de regularidad de Szemerédi. Sin embargo, hay mucho más en Szemerédi que solo estos dos teoremas. Ha publicado más de 200 artículos, como mencioné al principio, y a la edad de 71 años no muestra signos de desaceleración.

Szemerédi afirma en [Ref 16] ser un profesor de ciencias de la computación que no sabe cómo usar una computadora:

No sé de informática, a pesar de que trabajo en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Rutgers. Puedo probar que mi esposa contesta todos mis correos electrónicos. Los leo, pero no sé cómo usar la calculadora; me refiero a la computadora, a veces simplemente la llamo calculadora. [No aprendo a usar una computadora porque] simplemente soy demasiado estúpido para eso, no entiendo todo. Entiendo Internet, eso es solo un gráfico, puedo modelarlo. Pero la computadora, los lenguajes de programación, cómo buscar información, no lo sé. También soy incompetente con las cámaras, nunca aprendí a tomar fotografías. Y no puedo encender el reproductor de DVD, estoy indefenso si mi esposa no comienza la película que quiero ver, o si uno de mis nietos no viene a ayudarme.

En [Ref 16] Szemerédi describe algunas de sus aficiones:

Me encantaba salir a caminar, pero desde que tengo problemas en la cadera, eso es más difícil. Juego al tenis una vez a la semana, pero con un entrenador que golpea la pelota para que rebote justo frente a mí; Ni siquiera tengo que moverme. Hace dos meses comencé a jugar al ping pong. Veo películas con mi familia, vamos al teatro, veo cualquier tipo de deporte en la televisión. Si me preguntas por eso, te puedo decir cualquier cosa: sigo los deportes desde hace décadas. Fútbol, Fórmula 1, baloncesto, incluso deportes aparentemente aburridos como el béisbol o el fútbol. Tenis también, por supuesto. No puedo jugar bien al tenis, pero cuando comienza el juego, veo de inmediato cuál es la estrategia de Nadal. No tienes que ser matemático para hacer eso, solo un fanático de los deportes.

Szemerédi está casado con Anna Kepes (nacida en 1945); tienen cinco hijos. Anna Kepes Szemerédi editó el libro *El arte en la vida de los matemáticos* (2015). Varios destacados matemáticos contribuyeron con sus pensamientos sobre el arte, la pintura, la música, la danza, la fotografía, etc. para este libro. Anna organizó una exposición "*El arte en el mundo de los matemáticos*" para el 70 cumpleaños de su marido y el libro surgió de la exposición.

Terminemos citando a Michael Littman, presidente del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Rutgers [Ref 11]:

Los matemáticos también son personas. Algunos son arrogantes y detestables. Algunos son verdaderamente humanos. Szemerédi es un hombre dulce, dulce. Tiene estos ojos cálidos y sonrientes, una forma agradable y tranquila de él. Es muy magnánimo, muy generoso. No cree que sea el único que trabaja en este campo en el mundo.

Basado en el artículo de JJ O'Connor y EF Robertson
<https://mathhistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Szemeredi/casanchi.org>

Referencias

1. I Bárány and J Solymosi (eds.), *An Irregular Mind. Szemerédi is 70* (Bolyai Society Mathematical Studies Springer, 2010).
2. Biography, Endre Szemerédi, The Abel Prize Laureate 2012, The Abel Prize (2012). http://www.abelprize.no/c54147/seksjon/vis.html?tid=54148&strukt_tid=54147
3. S Chand and R C Parida, An 'Irregular Mind' wins the Abel Prize, *Science Reporter* (February 2013), 16-17.
4. Citation, Endre Szemerédi, The Abel Prize Laureate 2012, The Abel Prize (2012). http://www.abelprize.no/c54147/seksjon/vis.html?tid=54148&strukt_tid=54147
5. Curriculum Vitae for Endre Szemerédi, in *Helge Holden and Ragni Piene (eds.), The Abel Prize 2008-2012* (Springer, Heidelberg-New York-Dordrecht-London, 2014), 507-508.
6. Endre Szemerédi, *University of Heidelberg*. <http://www.heidelberg-laureate-forum.org/blog/laureate/endre-szemeredi/>
7. W T Gowers, The work of Endre Szemerédi, in *Helge Holden and Ragni Piene (eds.), The Abel Prize 2008-2012* (Springer, Heidelberg-New York-Dordrecht-London, 2014), 451-493.
8. W T Gowers, The work of Endre Szemerédi, Endre Szemerédi, The Abel Prize Laureate 2012, The Abel Prize (2012). http://www.abelprize.no/c54147/seksjon/vis.html?tid=54148&strukt_tid=54147
9. Hungarian-American Endre Szemerédi named Abel Prize winner, *Norwegian Academy of Science and Letters*. <http://www.abelprize.no/nyheter/vis.html?tid=54138>
10. List of Publications for Endre Szemerédi, in *Helge Holden and Ragni Piene (eds.), The Abel Prize 2008-2012* (Springer, Heidelberg-New York-Dordrecht-London, 2014), 495-506.
11. A E Nutt, Rutgers math professor's discovery earns prestigious award, \$1M prize, *The Star-Ledger, nj.com* (22 March 2012). http://www.nj.com/news/index.ssf/2012/03/rutgers_math_professors_discov.html
12. Press Release, Endre Szemerédi, The Abel Prize Laureate 2012, The Abel Prize (2012). http://www.abelprize.no/c54147/seksjon/vis.html?tid=54148&strukt_tid=54147
13. R Ramachandran, Hungarian mathematician Endre Szemerédi gets 2012 Abel Prize, *The Hindu* (22 March 2012).
14. M Raussen and C Skau, Interview with Endre Szemerédi, *Notices Amer. Math. Soc.* **60** (2) (2013), 221-231.
15. M Raussen and C Skau, Interview with Endre Szemerédi, *European Mathematical Society Newsletter* **85** (September 2012), 39-49.
16. G Stockert, Interview with Abel Prize Winner Endre Szemerédi, www.index.hu
17. E Szemerédi, Autobiography, in *Helge Holden and Ragni Piene (eds.), The Abel Prize 2008-2012* (Springer, Heidelberg-New York-Dordrecht-London, 2014).