

# Fallece Lloyd Shapley, Nobel de Economía 2012

Humberto Martínez García\*

El sábado 12 de marzo de 2016 falleció, a la edad de 92 años, Lloyd Stowell Shapley, quien fuese galardonado con el Premio Nobel de Economía en 2012. Shapley fue uno de los padres de la Teoría de Juegos (TJ) y mentor de muchos de los que la fueron desarrollando, incluido el también Premio Nobel, pero de 1994, John F. Nash. Robert Aumann –Premio Nobel de Economía en 2005– ha dicho de él que fue el mejor teórico de juegos de los últimos sesenta años (UCLA, 2012). Lo que se presenta aquí es un modesto obituario en honor del gran matemático y economista L. S. Shapley, que da cuenta breve de su vida primero y de algunas de sus contribuciones al conocimiento después, para concluir finalmente con una pequeña reflexión.

### I. Breve biografía

Lloyd Stowell nació el 2 de junio de 1923 en Cambridge, Massachusetts. Fue el cuarto de cinco hijos del matrimonio entre Harlow Shapley –renombrado astrónomo norteamericano de la Universidad de Harvard– y Martha Betz S. Desde muy pequeño Lloyd mostró habilidad para las matemáticas al punto de que en su familia le decían el “fenómeno matemá-

tico”, lo que resulta más importante si se considera que sus hermanos eran alumnos de puras “A” de calificación y, además, eran varios años mayores a él (Shapley, 2012).

Antes de ingresar a Harvard, Shapley estudió en la Academia Phillips Exeter famosa por utilizar el método de enseñanza *harkness*.<sup>1</sup> En Harvard estudió matemáticas y en las asignaturas relacionadas a ellas le fue bastante bien, aunque no así en las demás. Pero dado que sus estudios de pregrado coincidieron con la Segunda Guerra Mundial, en 1943 fue reclutado por el ejército de los Estados Unidos, al que prestó servicios por cerca de tres años. En el ejército lo formaron como observador meteorológico para que pudiese encargarse de pronosticar el clima al mismo tiempo que interceptaba transmisiones en una base secreta ubicada en China occidental; esto último implicaba el uso de criptografía y se le asignó a Shapley porque resultó con buena calificación en el examen de aptitud matemática del ejército (Shapley, 2012). Shapley pudo interceptar y descifrar el código de clima de los soviéticos y por ello se le condecoró con la Estrella de Bronce.

<sup>1</sup> En las clases el profesor se sienta en una mesa redonda junto a los alumnos para incentivar el diálogo personal.

\* Integrante del Seminario de Credibilidad Macroeconómica de la Facultad de Economía, UNAM. El autor agradece los comentarios del profesor Hugo Contreras y la ayuda de Alejandra G. Jiménez, no obstante, les deslinda de toda responsabilidad.

A los pocos meses de terminada la guerra Shapley regresó a Harvard. Cubrió los requerimientos para titularse en 1947 pero por reprobar algunas materias sólo pudo hacerlo hasta el año siguiente. Y no obstante que le había ido muy bien en su *major* en matemáticas, realmente no sabía en qué especializarse todavía: “[t]erminé sin estar listo para un posgrado. No sabía qué es lo que iba a hacer. Era un gran amante de la música, pero no tenía habilidades para eso. Incluso fui a un curso al Conservatorio Unión antes de seguir adelante” (Shapley, 2012); así que decidió enviar algunas solicitudes de empleo, una de las cuales fue a la Corporación RAND.<sup>2</sup> Ésta le contrató sin siquiera una entrevista formal y Shapley trabajó allí por cerca de dos años. Lloyd realmente disfrutaba de ese empleo porque la RAND estaba abierta las 24 horas<sup>3</sup> y porque, además, le dejaron trabajar en lo que a él le interesara. Simultáneamente comenzó un seminario con reuniones semanales en torno al libro *Theory of Games and Economic Behavior* (1944) de Oskar Morgenstern y John von Neumann.<sup>4</sup> Shapley se interesó en el seminario y, junto con Roger Snow, también en

un problema particular de dicho libro. Ellos hallaron la solución y la publicaron con el nombre de “Basic solutions of discrete games” en 1950. Así fue como empezó la carrera de Lloyd Shapley en la TJ (Shapley, 2012).

Poco antes, en 1949, Shapley ingresó a Princeton para estudiar un posgrado en matemáticas. Al respecto él era muy insistente cuando se refería a las muchas matemáticas que aprendió allí, decía que había aprendido una “terrible cantidad de matemáticas” (Shapley, 2012). En Princeton conoció a varios matemáticos notables, entre ellos a Harold W. Kuhn y John W. Milnor, además de compartir habitación con Martin Shubik<sup>5</sup> y John F. Nash, de quien fue amigo y mentor.<sup>6</sup> Mientras cursaba su posgrado siguió escribiendo artículos y trabajando para la RAND durante los veranos como consultor. Uno de los artículos más importantes de este periodo fue “A value for  $n$ -person games” de 1953, que dio origen al famoso “shapley value” y que sería retomado por él mismo, junto con Shubik, en su artículo “A method for evaluating the distribution of power in a committee system” un año más tarde. Su diserta-

<sup>2</sup> Abreviatura de “Research And Development”, fundada en mayo de 1948.

<sup>3</sup> Se sabe que Shapley gustaba de dormir a horas muy raras y diversas (Nasar, 1998).

<sup>4</sup> En el grupo de la RAND que estudiaba TJ se encontraban, entre otros, David H. Blackwell, Frederic Bohnenblust, Melvin Dresher, Samuel Karlin, John C. C. McKinsey y John D. Williams (Ferguson, 1991).

<sup>5</sup> Matemático y economista. Actualmente es Profesor Emérito *Seymour H. Knox* de Economía Institucional Matemática en la Universidad de Yale.

<sup>6</sup> De hecho el libro *A Beautiful Mind* debe su nombre a una descripción que Shapley hizo de Nash: “Él era odioso... [l]o que lo redimía era una mente lógica, aguda y hermosa” (Meier, 2016).

ción doctoral estuvo dirigida por Albert W. Tucker<sup>7</sup> y se intituló *Additive and Nonadditive Set Functions*, con ella obtuvo su Ph.D. en matemáticas en el año de 1953.

Puesto que a Lloyd no le gustaba mucho la idea de dar clases —no por los alumnos sino porque no creía que fuera buen profesor— pero sí le gustaba investigar regresó a trabajar a la RAND después de concluir su posgrado. No obstante, Shapley no perdió contacto con sus compañeros, y con algunos de hecho lo mantuvo de manera constante. Entre ellos estaban el ya mencionado Shubik y David Gale.<sup>8</sup> Del primero aprendió economía, porque Lloyd nunca tomó ninguna clase al respecto, y del segundo recibió un día una carta con un problema para resolver. Gale pensaba que el problema no tenía solución, pero no lo podía demostrar. La respuesta de Shapley fue que sí la tenía y que además era una solución estable (Shapley, 2012). Unos años más tarde, en 1962, el problema y su solución se publicaron bajo el título de “College admissions and the stability of marriage”.<sup>9</sup>

<sup>7</sup> Presidió el Departamento de Matemáticas de Princeton por alrededor de veinte años. También asesoró la tesis de John F. Nash. Tucker, junto con Harold Kuhn, antes mencionado, dieron origen a las “condiciones Kuhn-Tucker” utilizadas por los economistas en las técnicas de programación lineal y no lineal.

<sup>8</sup> Fue profesor emérito en la Universidad de California, campus Berkeley.

<sup>9</sup> Un hecho peculiar del artículo es que no tiene ninguna ecuación.

En ese mismo año Shapley realizó un artículo, con Irwin Mann, en el que determina el poder del voto en algunos estados, su nombre fue “The a priori voting strength of the electoral college”. Lloyd S. Shapley se casó con Marian Ludolph en 1955, matemática que conoció en la RAND y con quien tuvo dos hijos (Ferguson, 1991).

En el año de 1974 Shapley y Herbert E. Scarf<sup>10</sup> plantearon un sistema en el que los grandes objetos indivisibles podrían intercambiarse óptimamente; su artículo al respecto se llamó “On cores and indivisibility” y sirvió posteriormente a Alvin E. Roth<sup>11</sup> para su trabajo sobre diseño de mercados, que se ha aplicado al sector salud y particularmente al famoso caso del intercambio de riñones. Ese mismo año, junto con Robert Aumann, Shapley escribió un libro sobre juegos con muchos jugadores *Values of Non-Atomic Games*, en el que encuentran que los individuos sólo pueden afectar el resultado cuando los agentes forman grandes coaliciones (Shapley, 2012). Luego, a finales de los 70, Lloyd se percató de que era el único de los que estaban en la RAND, que seguía trabajando temas de TJ, así que anunció abiertamente que recibiría ofertas para ser profesor. Como era de esperarse, Shapley

<sup>10</sup> Fue profesor emérito de economía en la Universidad de Yale.

<sup>11</sup> A. Roth fue Premio Nobel de Economía en 2012 y actualmente es Profesor de Economía en Stanford.

recibió ofertas de muchas universidades en el mundo, pero a él sólo le interesaban dos: Stanford y la Universidad de California campus Los Ángeles (UCLA). Cuando finalmente recibió una oferta de la UCLA, la aceptó y en ella fue profesor de economía y matemáticas desde 1981 hasta su retiro oficial en 2001 (Shapley, 2012). También en 1981 Shapley recibió el John von Neumann Theory Prize<sup>12</sup> por sus contribuciones a la TJ.

Poco después de cumplir 64 años, en 1987, Shapley dio una conferencia en la que dijo que se sentía ya de un millón de años de viejo “pero en base dos” (Shapley, 2012).<sup>13</sup> Esta broma, entendida en principio sólo por matemáticos, fue retomada después por Alvin Roth en la introducción de un libro, *The Shapley Value: Essays in Honor of Lloyd S. Shapley*, en la que decía que Shapley ya tenía 1,000,001 –estos es, 65– años de viejo. Dicho libro se creó para hacer honores a la contribución de Shapley y en particular al “shapley value”, razón por la que contiene ensayos de diversos autores que muestran la utilidad y alcance de tal aporte. Ésta y muchas otras contribuciones se vieron retribuidas más adelante cuando en octubre de 2012

el Comité Nobel de la Academia de Ciencias de Suecia anunció que Lloyd S. Shapley, junto con Alvin E. Roth, obtenía el Premio Nobel de Economía “por la teoría de asignaciones estables y la práctica del diseño de mercados” (Nobel Media, 2012).

El Nobel a Shapley causó gran revuelo entre los especialistas de la TJ, sobre todo porque algunos consideraban que él había sido la persona con más contribuciones al campo. Uno de ellos fue Aumann<sup>14</sup> quien además diría que Lloyd había sido el mejor teorista de juegos por cerca de sesenta años (UCLA, 2012). Shubik se refería a Shapley como el más grande matemático teorista de juegos viviente y por ello dijo que éste fue un premio más que merecido, que Shapley hacía honores al Premio Nobel tanto como el Premio Nobel a Shapley (UCLA, 2012). Así pues, no obstante que Lloyd ya contaba con casi noventa años de vida al recibir dicho premio, éste fue muy gratamente recibido por él pese a enfatizar continuamente que su trabajo era matemático. Además, luego de recibirlo Shapley diría que “[a]hora estoy adelante de mi padre. El obtuvo otros premios... pero no

<sup>12</sup> Se entrega anualmente a quienes han hecho contribuciones fundamentales y sostenidas a la teoría sobre investigación de operaciones y ciencias administrativas. Es considerado como “el Nobel” del campo.

<sup>13</sup> En el sistema binario 1,000,000 equivale a 64 en el sistema decimal.

<sup>14</sup> Aumann dijo que “la obra de Shapley en teoría de juegos –tanto la aplicada como la matemática– es verdaderamente sorprendente en alcance, profundidad, belleza e importancia. En cada uno de estos órdenes, Shapley ha hecho más que todos los anteriores Nobeles en teoría de juegos, incluso tomándolos a todos juntos. No estoy exagerando” (UCLA, 2012).

obtuvo un Premio Nobel” (Weil, 2016). Luego, un par de años después de recibir el Nobel, Shapley se lesionó de gravedad la cadera. Su lesión tuvo complicaciones que le llevaron a fallecer, mientras dormía, el sábado 12 de marzo de 2016, en Tucson, Arizona.

## II. Sobre sus contribuciones fundamentales

Lloyd Shapley elaboró diversos trabajos que resultaron ser, posteriormente, contribuciones esenciales para la TJ y para la economía. Más aún, varios de sus trabajos abrieron nuevos y muy fructíferos campos de estudio. Entre sus contribuciones más importantes están: *i*) el valor de Shapley (*Shapley value*), que es una evaluación *a priori* del pago esperado de un jugador en un juego coalicional (Kehoe, 2013);<sup>15</sup> *ii*) el núcleo (*core*) de un juego cooperativo o coalicional, que es el conjunto de resultados tales que ninguna coalición de jugadores puede mejorarlo (Roth, 2016); *iii*) los juegos oceánicos, en los que participa una enorme cantidad de jugadores secundarios o “menores” (Milnor & Shapley, 1961); *iv*) los juegos estocásticos, que suceden por etapas y en los cuales no hay información perfecta (Shapley, 1953); *v*) los modelos de apareamiento (*matching*); *vi*) modelos de intercambio,

<sup>15</sup> Una coalición es un subconjunto no vacío de jugadores de un juego particular.

sin dinero, de bienes indivisibles, y *vii*) los juegos de mercados estratégicos. En esta sección se desarrolla brevemente el quinto,<sup>16</sup> que fue el principal trabajo que se mencionó en la entrega del Premio Nobel.

### Modelos de apareamiento (*matching*)

En su artículo “College admissions and the stability of marriage” Gale y Shapley estudian por vez primera los mercados de apareamiento. En dicho artículo se analizaron dos problemas semejantes, uno era la óptima asignación de estudiantes que aspiran a entrar a ciertas universidades y el otro era la óptima asignación de parejas (marido y esposa). Para tales fines se entiende por “asignación inestable” aquella en la que hay dos aspirantes *a* y *b* asignados a las universidades *A* y *B*, respectivamente, pero *b* prefiere *A* antes que *B*, y *a* prefiere *B* antes que *A*, o, de manera equivalente, si un esposo prefiere a otra mujer y esa otra mujer (que es esposa de alguien más) lo prefiere a él. Además, una asignación estable es “óptima” si cada aspirante está al menos tan bien bajo ésta que bajo cualquier otra asignación estable. Los autores añaden que siempre existe una asignación estable y, por último, que si existe una asig-

<sup>16</sup> Para conocer más de los aportes no tratados aquí, se remite al lector a Roth (2016) y Kehoe (2013), así como UCLA (2012), en donde además se enlistan algunos de los trabajos específicos que dan origen a cada contribución.

nación estable óptima, ésta será única (Gale & Shapley, 1962). Es claro que el problema consistía en encontrar, para ambos casos, su asignación estable óptima.

Para hallar solución al problema, Gale y Shapley (1962) propusieron el siguiente procedimiento, al que llamaron “de aceptación diferida”:

- 1) todos los hombres le proponen matrimonio a la chica que más prefieran. Ellas elijen al que prefieren de los que se les propusieron, pero no lo aceptan todavía, lo dejan en “espera”, y rechazan a los demás.
- 2) los rechazados le propondrán matrimonio a su segunda mejor opción. Ellas elijen al que prefieran de entre las nuevas propuestas y el que tienen “en espera”, y rechazan a los demás.
- 3) se repite el paso 2) hasta que en máximo “ $n^2 - 2n + 2$ ” etapas –donde  $n$  es el número de mujeres y de hombres– cada chica habrá recibido una propuesta y se termina así el proceso. Al final cada chica se queda con el que haya aceptado en la última etapa o con el que tenga “en espera” en ese momento.

Como ejemplo se tiene la siguiente matriz de “rankings”, tomada de Gale y Shapley (1962):

	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
<i>a</i>	1,3	2,3	3,2	4,3
<i>b</i>	1,4	4,1	3,3	2,2
<i>c</i>	2,2	1,4	3,4	4,1
<i>d</i>	4,1	2,2	3,1	1,4

donde las mayúsculas simbolizan mujeres y las minúsculas hombres. En la matriz las columnas representan el ordenamiento de preferencias que las mujeres hacen de los hombres, es decir, es el “ranking” de hombres que hace cada mujer; mientras que las filas representan los “rankings” que hacen los hombres de cada mujer. Así, por ejemplo, la tercera columna enumera las preferencias o el “ranking” de la mujer *C* y la tercera fila las preferencias o el “ranking” del hombre *c*. El criterio de ordenamiento para cada “ranking” es el siguiente. De cada par ordenado de números de la matriz de “rankings” el primer número representa el ordenamiento de preferencias que tiene cada hombre de cada una de las mujeres en orden ascendente, mientras que el segundo número representa el ordenamiento de preferencias que tiene cada mujer de cada hombre, también en orden ascenden-

te. Por ejemplo, las preferencias de la mujer *C*, según están listadas en la tercera columna, indican que prefiere inicialmente al hombre *d* puesto que le asigna el número 1, luego al hombre *a* puesto que le asigna el número 2, y así sucesivamente; el hombre *b* prefiere inicialmente a la mujer *A*, luego a la mujer *D*, luego a la *C*, etc. Y así en cada caso.

Aplicando el procedimiento de aceptación diferida, el ejemplo se resuelve en seis etapas: **1)** cada hombre se le declara a su primera opción, por ello dos van con *A* y ésta rechaza a *b*; **2)** *b* se le declara a su segunda opción *D*, ésta le prefiere a *d*—que estaba en espera— así que lo mantiene y rechaza a *d*; **3)** *d* se le declara a su segunda opción *B*, ésta le prefiere a *c*—que estaba en espera— así que lo mantiene y rechaza a *c*; **4)** *c* se le declara a la mujer *A*, su segunda opción, *A* le mantiene y rechaza al que tenía en espera *a*; **5)** *a* se le declara a *B*, su segunda opción, pero ella le rechaza porque prefiere a *d*; **6)** por último, *a* se le declara a *C*—que no había recibido propuestas por ser tercera opción de todos— quien lo acepta. El procedimiento finaliza con las parejas que aparecen en gris en la matriz del ejemplo, dado que ésta es la única solución estable y óptima.

El procedimiento “de aceptación diferida” siempre arroja un resultado estable y óptimo, y puede aplicarse de manera análoga al caso de estudiantes (que aspiran entrar a ciertas univer-

sidades) y universidades (que buscan un cierto perfil de quienes serán sus nuevos alumnos). A partir de esta solución, que pareciera muy sencilla, surgieron muchos de ejemplos aplicados ya que, como se puede imaginar, existen diversos mercados en los que aparece el mismo problema; por ejemplo, entre donadores de órganos y quienes los necesitan, entre estudiantes de medicina y hospitales en los que harán sus prácticas, así como varios otros. Para que el lector tenga una imagen de la repercusión de este procedimiento valga sólo decir que el trabajo de Gale y Shapley (1962) ha sido citado en más de cuatro mil referencias.<sup>17</sup>

## Reflexión final

Shapley fue un matemático de intelecto impresionante que sin imaginarlo hizo aportes de suma importancia para la economía. Considerado por muchos como uno de los padres de la TJ ha contribuido al surgimiento de varios campos de estudio, teóricos y aplicados. Fue un hijo que superó a su padre, y un padre que sólo dos hijos tuvieron la fortuna de tener. Siempre trabajó intensamente en lo que hacía y recibió los más grandes premios por ello. Fue uno de esos humanos clave sin los cuales los eventos históricos pudieron ser muy distintos, ¿qué sería hoy de la TJ sin sus semi-

<sup>17</sup> Según datos de *Google Scholar*.

nales aportes? Shapley ha muerto, pero ha dejado tras de sí un legado que pocos aspiran siquiera a imaginar. Su cuerpo falleció, pero su obra seguirá rindiendo buen fruto por muchos años más. Después de 92 años de vida, muchos de ellos de intenso trabajo, Lloyd Stowell Shapley toma ahora un merecido descanso.

## Referencias

- Ferguson, Thomas S. (1991), “Biographical note on Lloyd S. Shapley”, en Raghavan, T. E. S., Thomas S. Ferguson, Thiruvenkatachar Parthasarathy, O. J. Vrieze eds., *Stochastic Games and Related Topics: In Honor of Professor L. S. Shapley*, Springer Netherlands, pp. ix-x.
- Gale, David y Lloyd S. Shapley (1962), “College Admissions and the Stability of Marriage”, *The American Mathematical Monthly* vol. 69 núm. 1, pp. 9-15.
- Kehoe, Elaine (2013), “Shapley and Roth Awarded Nobel Prize in Economics”, *Notices of the American Mathematical Society* vol. 60 núm. 2, pp. 232-234.
- Meier, Barry (2016), “Lloyd S. Shapley, 92, Nobel Laureate and a Father of Game Theory, Is Dead”, en *The New York Times*, 14 de marzo.
- Milnor, John W. y Lloyd S. Shapley (1961), “Values of Large Games, II: Oceanic Games”, *Research Memorandum*, RM-2649.
- Nasar, Sylvia (1998), “Lloyd (Princeton, 1950)”, en: *A Beautiful Mind: The Life of Mathematical Genius and Nobel Laureate John Nash*, Simon & Shuster Paperbacks, New York, pp. 99-103.
- Nobel Media (2012), “The Prize in Economic Sciences 2012 - Press Release”, disponible en línea: [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/economic-sciences/laureates/2012/press.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/2012/press.html) [último acceso: marzo 16 de 2016].
- Roth, Alvin E. (2016), “Lloyd Shapley: A founding giant of game theory”, disponible en línea: <http://www.voxeu.org/article/ideas-lloyd-shapley> [último acceso: abril 7 de 2016].
- Shapley, Lloyd S. (1953), “Stochastic Games”, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* vol. 39 núm. 10, pp. 1095-1100.
- Shapley, Peter (2012) “Lloyd S. Shapley - Biographical”, disponible en línea: [http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/economic-sciences/laureates/2012/shapley-bio.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/2012/shapley-bio.html) [último acceso: marzo 16 de 2016].
- UCLA (2012), “Professor Lloyd Shapley wins the 2012 Nobel Prize in Economics”, disponible en línea: <http://www.econ.ucla.edu/news/shapley/> [último acceso: marzo 16 de 2016].
- Weil, Martin (2016), “Lloyd Shapley, who shared the 2012 Nobel Prize in economics, dies at 92”, en *The Washington Post*, 14 de marzo.