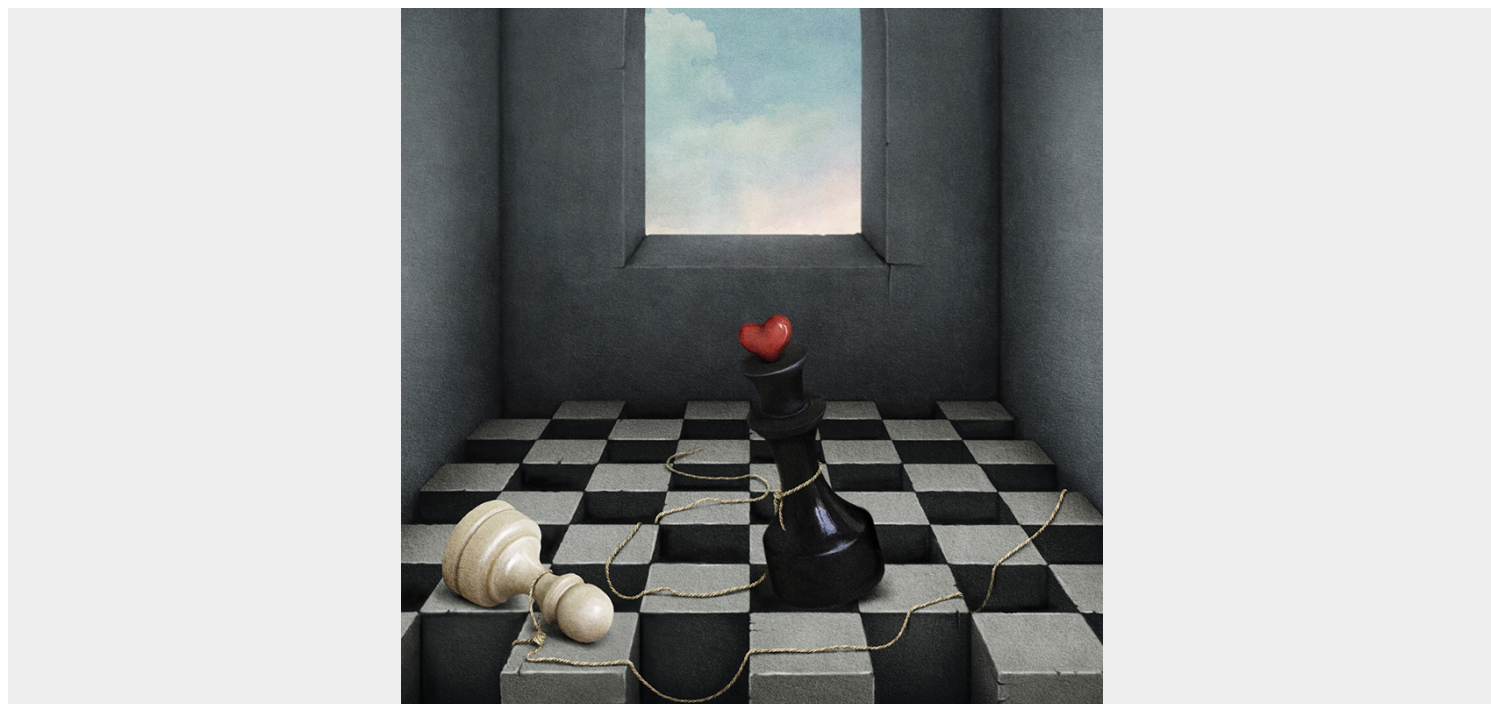


AUTOPSIA MATEMÁTICA DEL AJEDREZ

Posted on 6 mayo, 2014 by Julián Ávila Juárez, Marcelo del Castillo Mussot L. y Mónica Hernández Huerta



Además de las interrogantes sobre los orígenes e importancia del juego ciencia, o incluso acerca de si se trata o no de un deporte, existen otras preguntas, de índole científica, de interés, las cuales queremos abordar aquí y tratar de responder.

Category: [Ciencia](#)

Tag: [Ciencias Exactas](#)



Además de las interrogantes sobre los orígenes e importancia del juego ciencia, o

incluso acerca de si se trata o no de un deporte, existen otras preguntas, de índole científica, de interés, las cuales queremos abordar aquí y tratar de responder.

Se ha preguntado, por ejemplo, el lector acerca de las siguientes cuestiones: quién ganaría si jugara el mejor jugador de los tiempos modernos con el mejor jugador de hace cien o doscientos años; cuál es la ventaja de jugar con negras o con blancas; o tal vez cómo se distingue el juego de un gran maestro (título más alto que puede obtener un ajedrecista), del de un jugador principiante.

Algunos de los resultados que mencionaremos aquí ya han sido publicados en la prestigiosa revista PLOS One, mientras otros son totalmente inéditos.

En el presente artículo se esbozan respuestas a tales interrogantes echando mano de los resultados obtenidos por el Dr. Marcelo del Castillo Mussot en colaboración con un grupo de investigadores de Brasil y Estados Unidos.

A modo de motivación: ¿Por qué investigar el ajedrez?

Todo aquel que haya jugado ajedrez con cierta seriedad alguna vez, no tendrá problemas para admitir el placer intelectual que provoca el simple hecho de vencer en una partida reñida. Y dicho placer sería suficiente justificación para dedicarse a estudiar con profundidad la naturaleza del ajedrez; sin embargo, también es cierto que podríamos citar varias razones más.

Entre los beneficios que ofrece la práctica del ajedrez están los pedagógicos. Para abordar este punto, baste referir aquí las justificaciones del comunicado oficial con que la Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas, dio a conocer para que la práctica del ajedrez se masificaría en dicho país. Se argumentó que el ajedrez estimula, desarrolla y disciplina la inteligencia; no hay otro juego tan cercano a la lógica pura y a la deducción propias del pensamiento moderno. Solo eso ya le otorga un valor educativo muy grande al juego, pero no es todo: también es una lucha que requiere gran fuerza de voluntad. El número elevado de combinaciones desarrolla la reflexión ordenada y la prudencia. Cada experiencia sirve para aprender y mejorar la capacidad de cálculo. Todas estas cualidades reunidas nos proporcionan un perfil ideal, tanto desde el punto de vista psicológico como intelectual.

Se han realizado estudios científicos que apuntan al hecho de que la práctica continua del juego ciencia retrasa el envejecimiento. A este respecto, el reconocido periodista español del ajedrez, Leontxo García, apunta que "Todo el mundo sabe que hacer ejercicio físico es muy importante para prevenir enfermedades y mantenerse bien. Pues ahora, todo el mundo va a entender que hacer algún tipo de gimnasia mental será muy importante porque cada vez vivimos más años. Por tanto, pasa a ser cuestión prioritaria. En este contexto, el ajedrez es el mejor gimnasio de la mente".

Consideraciones históricas acerca del ajedrez

Siendo el ajedrez uno de los juegos de mesa más antiguos, sus orígenes se pierden en la lejanía de la historia, mezclándose a veces con el mito. Así pues, aunque su origen está sujeto a controversia, parece seguro que este juego se originó a partir de uno llamado *chaturanga*, el cual se practicaba al sur de la India hacia el siglo VI. Su rápida popularidad se demuestra con el hecho de que ya en el mismo siglo VI se le menciona en algunos romances épicos persas. Después pasó a manos de los árabes a través de la conquista islámica en regiones extensas, de tal manera que hacia el año 1000 el revolucionario deporte mental ya se había esparcido por toda Europa.



De izquierda a derecha frente al tablero, W. Steinitz y Emanuel Lasker, primero y segundo campeones del mundo.

A partir de la difusión del juego ciencia se dio naturalmente un proceso de continuo aprendizaje de los secretos del juego. Así, comenzaron a distinguirse jugadores por su habilidad, pero no pudieron darse enfrentamientos serios entre ajedrecistas de distintas regiones de Europa debido a la falta de uniformidad en las reglas del juego. El establecimiento de un cuerpo de reglas generalizadas surgió a la par de lo que podría llamarse el primer campeón mundial oficial de ajedrez, Wilhelm Steinitz, a finales del siglo XIX.

Con Steinitz se comenzó lo que se ha nombrado la escuela moderna del ajedrez, con un estilo que incluía elementos de estrategia posicional, además de los ya conocidos elementos de ataques y sacrificios de piezas.

A partir de entonces han surgido jugadores geniales que han luchado por el máximo reconocimiento en el mundo del ajedrez: ser campeón mundial, que en el momento en que escribimos estas líneas es el indio Viswanathan Anand.

Sin embargo, y por sorprendente que pueda parecer, la inteligencia artificial ha avanzado tanto recientemente que al momento presente el mejor jugador de ajedrez no es un ser humano. Las computadoras de ajedrez han venido a revolucionar el juego de los reyes con una apabullante capacidad de calcular más de mil millones de jugadas por segundo del árbol de posibilidades. Esto es sorprendente, sin duda. Sin embargo, debe mencionarse que existen escondidos en los programas o códigos, elementos de "conocimiento humano"; es importante cómo se programan las computadoras para ser más eficientes en el juego. Un ajedrecista experimentado, por ejemplo, no

considera todas las posibles continuaciones en una cierta situación, sino que descarta la mayoría y se enfoca solo en las más "prometedoras". De este modo, reduce inmensamente el árbol de posibilidades.

Las computadoras son ya jugadores imbatibles; sin embargo, esto no ha venido a disminuir la pasión por el juego ciencia, pues como se ha dicho "la invención del automóvil no hizo que disminuyera el gusto por el atletismo". Al contrario, la llegada de los poderosos ordenadores ha venido a ser una herramienta imprescindible en el entrenamiento de los grandes ajedrecistas del presente.

En cuanto al nivel de los jugadores, en la actualidad, existe un sistema de clasificación (*rating*) oficial, llamado sistema de clasificación *Elo*, en honor a su inventor Arpad Elo, el cual puede servir para intentar predecir el resultado de un encuentro, considerando la diferencia en la puntuación entre jugadores. En la actualidad, el jugador humano con mayor *rating* es Magnus Carlsen con 2 mil 870, mientras que el programa de ajedrez con mayor puntuación es Houdini 3 icon 3 mil 247!

Evaluando la ventaja jugada a jugada

Con el paso de los años las computadoras han surgido como un serio componente del equipo de entrenadores de los ajedrecistas.

Ya mencionamos que con el paso de los años las computadoras han surgido como un serio componente del equipo de entrenadores de los ajedrecistas. De este modo, en situaciones complicadas es común "preguntarle" a nuestros "amigos programados" cuál es la mejor o mejores jugadas en cualquier posición dada. Las computadoras pueden llegar, pues, a evaluar una posición en particular por medio de lo que ha venido a llamarse la función de evaluación. Esta función es lo que diferencia principalmente a un programa de ajedrez de otro. Mediante ella, un jugador de silicio puede asignarle un cierto valor a una jugada en particular, de modo que mientras más alto sea el valor absoluto de la función de evaluación, mejor será la jugada. Usualmente los valores positivos representan ventaja para el jugador que lleva las piezas blancas mientras que valores negativos indican ventaja para las negras.

Fundamentalmente, el proceso para determinar la ventaja total puede descomponerse en dos elementos: material y posicional. A nivel material, la ventaja se calcula básicamente por la diferencia en la cantidad de piezas, donde la unidad de medida es el peón, cuyo valor se estima en 1, y a partir de ello se supone que el alfil y el caballo valen, aproximadamente 3 puntos cada uno, la torre 5 puntos y la dama 9 unidades. Los factores de ventaja posicional son variados; elementos típicos a considerar son: debilidad de peones "doblados" (i.e. sobre una misma columna), la seguridad del rey, la cercanía de la promoción (o coronación de un peón), posesión de diagonales y columnas abiertas por parte de alfiles y torres, respectivamente, etc.

De manera cuantitativa ¿Cuál es la ventaja de jugar con las piezas blancas?

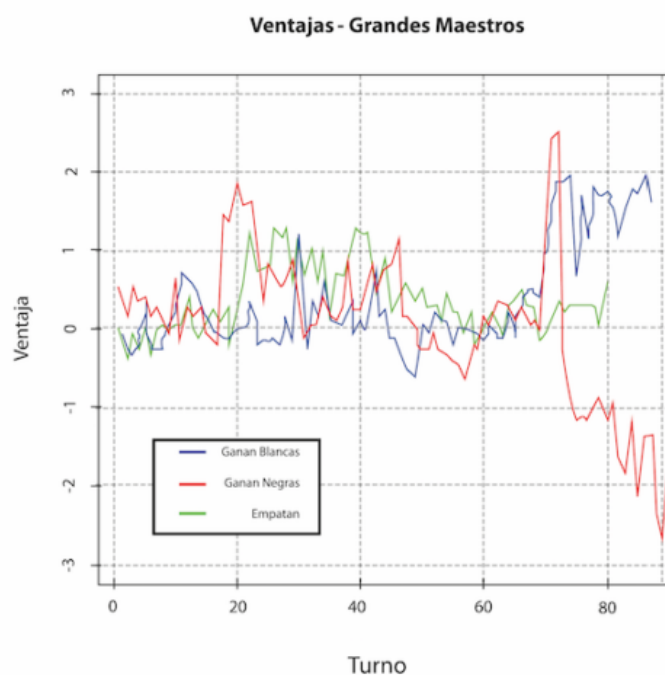
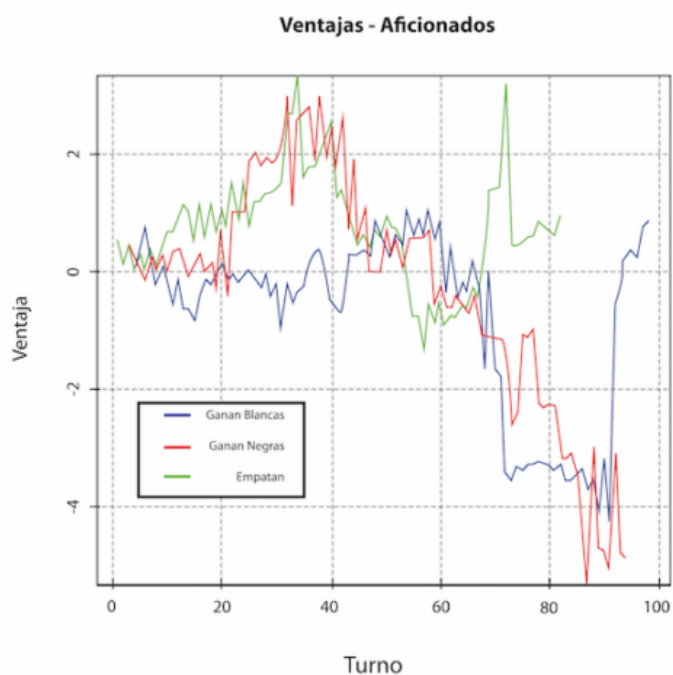
La investigación histórica del ajedrez jugada a jugada, llevada a cabo por del Castillo y colaboradores, arrojó primero un resultado que no sorprende a nadie que esté familiarizado medianamente con el juego de los reyes. Analizando el resultado final de varios miles de partidas, disponibles en la página web pgnmentor.com, se encontró que el 43% de las veces el encuentro terminó en tablas (i.e. en empate), mientras que las blancas lograron someter al rey contrario en un 33% de los encuentros y las negras pudieron imponerse solo en un 24%.

¿Cuál es la ventaja de jugar con las piezas blancas?

Este resultado ya sería indicativo de que, en general, las blancas tienen la ventaja de su lado, y así están de acuerdo muchos analistas del juego ciencia; sin embargo, sería interesante ir un poco más lejos e intentar mensurar la cantidad de ventaja de parte del jugador que lleve las piezas blancas. Para lograr medir esto, el grupo de del Castillo analizó no solamente el resultado final de las miles de partidas, sino que con la ayuda de un analista de silicio lograron computar la ventaja de cada jugador, movida a movida (o jugada a jugada), para más de 75 mil partidas de alto nivel de los últimos 150 años. En la figura 2 podemos ver la ventaja en tres partidas para el caso de principiantes y otras tres para la situación de grandes maestros. Así, dichos investigadores hallaron que el promedio de la ventaja del jugador con piezas blancas es de unos 0.17 peones, pero esta ventaja mantiene un crecimiento exponencial que se acerca a un valor de 0.23 peones con una escala de tiempo característica de unos 67 años.

Además de la ventaja inicial, la mencionada investigación sugirió que el periodo o etapa del juego conocida como apertura (momento en que se dispone estratégicamente las piezas para posteriores ofensivas) tiende históricamente, y de manera asintótica, a un total de 15.6 movimientos con una escala de tiempo característico de 130 años.

Así pues, los resultados mencionados hasta aquí dan muestra de un proceso de aprendizaje del juego ciencia por parte de la humanidad a través de los siglos, el cual continúa hasta nuestros días.



Ventaja en caso de victoria de blancas, de negras y empate, para partidas de principiantes y de grandes maestros.

Ataque, movilidad y defensa en el ajedrez

Si bien hasta aquí hemos dicho que históricamente los grandes maestros juegan mejor que en el pasado, sería interesante resaltar cómo es el juego de los grandes maestros de hoy comparado con el de los aficionados, de modo que podamos esbozar las características de los "buenos jugadores de ajedrez" en los tiempos modernos. Este es un tema muy profundo, complejo e interesante. A continuación presentamos avances sobre este tema, echando mano de herramientas estadísticas muy sencillas, de modo que incluso puedan ser comprendidos por personas que no saben jugar ajedrez.

El encuentro de las fuerzas de ambos bandos se lleva a cabo en un campo de batalla finito.

Para comenzar, observemos que aunque nos enfoquemos solamente al análisis del ajedrez, los resultados pueden tener amplias aplicaciones. El ajedrez es un juego donde intervienen un conjunto de personajes (piezas) con características individuales muy particulares. El encuentro de las fuerzas de ambos bandos se lleva a cabo en un campo de batalla finito, restringido por 64 escaques (casillas), donde para alcanzar la victoria cada bando deberá resolver algún número de problemas con una lógica impecable con el fin de llevar a buen término la estrategia planteada. Estas

características las comparte el ajedrez con otras actividades colectivas, como son los deportes (piénsese en el fútbol, basquetbol, volibol, etc.), o actividades tales como la guerra o las finanzas.

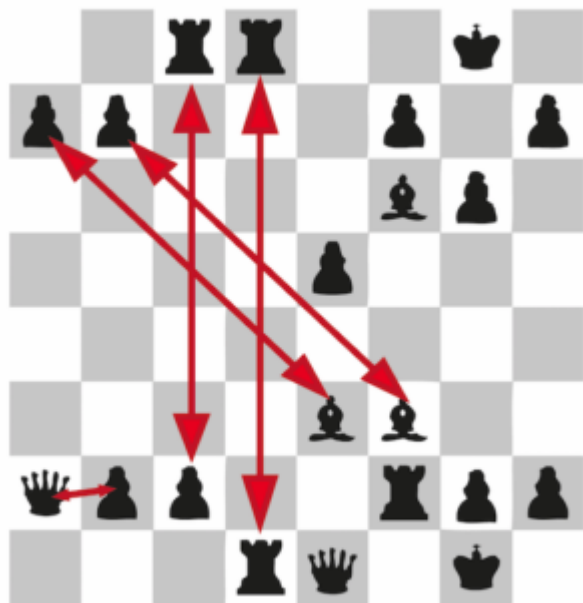
Para realizar un buen juego, cada oponente deberá llevar a cabo maniobras a fin de optimizar su capacidad de ataque, defensa y movilidad. Y así como en el ajedrez hay piezas (o herramientas) con variadas capacidades de ataque o defensa, también en las actividades colectivas se encuentran análogas estas potencialidades, por ejemplo el poder de golpeo (box), armamento (guerras), agilidad y potencia para patear (fútbol). Por otro lado, la movilidad en el ajedrez encuentra su referente en otros campos como la agilidad para esquivar (pelea), vehículos y tipo de terreno (guerra), espacio dentro del área chica (fútbol), etc.

El ataque y la movilidad no tienen sentido en ajedrez si no se dispone de una estrategia.

Además, el ataque y la movilidad no tienen sentido en ajedrez si no se dispone de una estrategia. Esta será el plan a seguir en alguna situación dada y se elabora de acuerdo a las características particulares de la partida. Lo mismo sucede en los deportes, donde un equipo futbolístico sin estrategia carece de ideas para generar peligros, y su victoria dependerá solo de un error del contrario. La estrategia es clave también en las guerras y en prácticamente todas las actividades humanas.

Así pues, el ajedrez puede ser utilizado como un modelo de las situaciones humanas bajo unas reglas definidas. Los resultados obtenidos para el juego ciencia podrían ser aplicadas sin demasiado problema a otros campos similares.

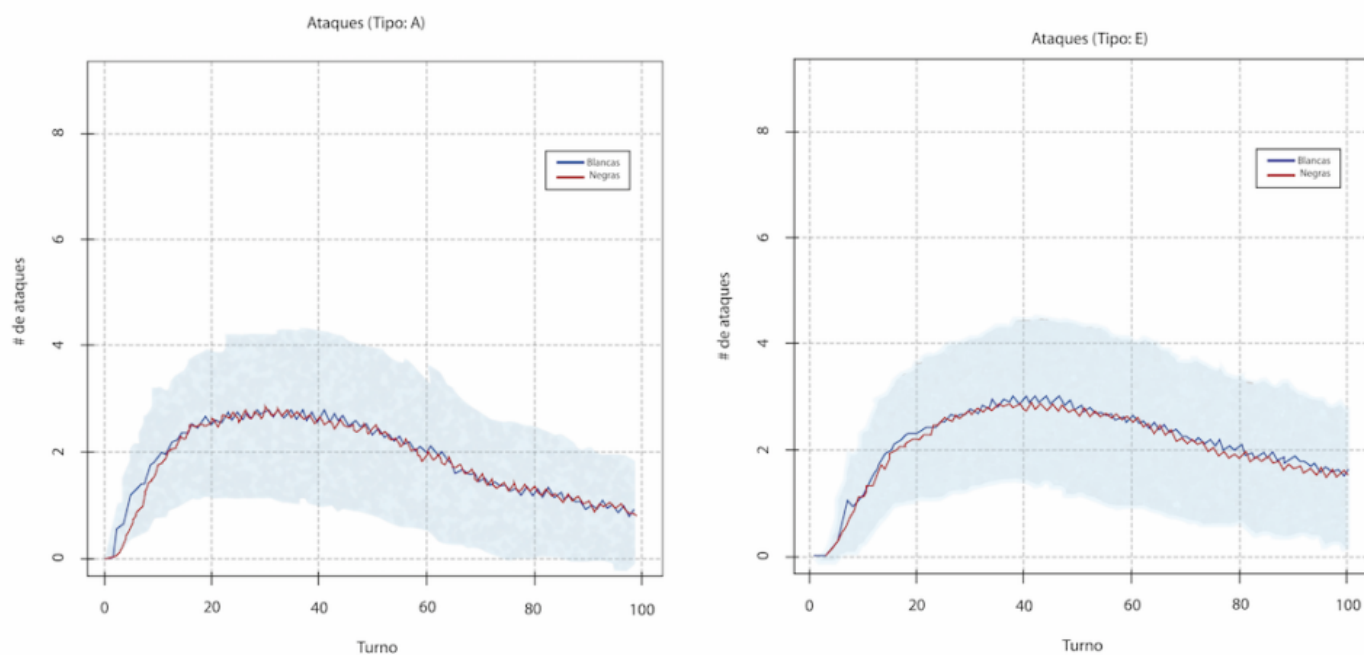
Ahora bien, volviendo a nuestra investigación, nos interesó estudiar las características de una partida en función del nivel de juego. Para ello se ha dispuesto de una base de datos de jugadores de élite (partidas de grandes maestros en los torneos más prestigiosos) y amateur (con *Elo* alrededor de mil puntos).



Ataques por cada bando (indicados por flechas rojas que van del atacante al atacado) en una posición de ajedrez típica.

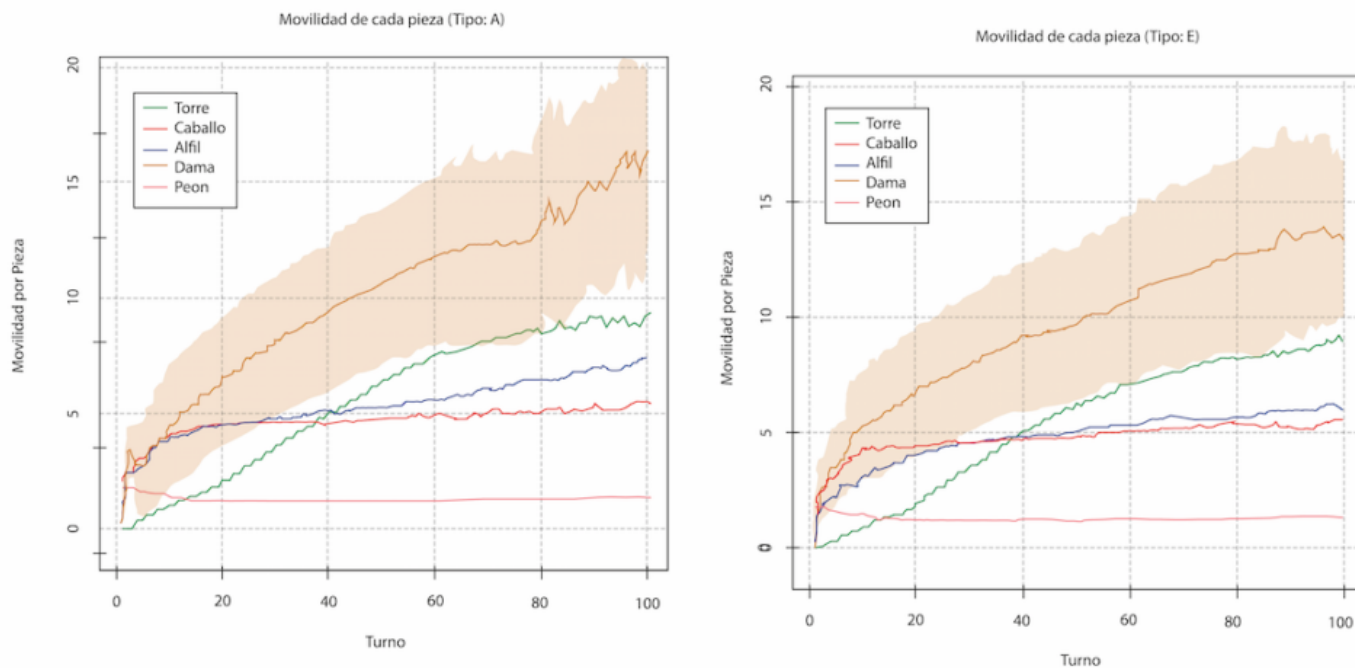
Para empezar, consideremos una disposición cualquiera de las piezas sobre el tablero, como la que se muestra en la figura 3, para preguntarnos acerca del ataque y defensa que cada bando ha desplegado, así como el espacio de que dispone. Dichas cualidades, ataque y espacio (o movilidad) y defensa, son de especial interés para evaluar de manera sencilla o primitiva una posición en particular. Así pues, vemos que en la posición que se muestra en la figura 3 ambos jugadores atacan solamente tres veces cada uno.

Esto podría parecer artificial, pues para quien practica el ajedrez es común pensar que durante un juego los contrarios están constantemente atacándose por todas partes; sin embargo, para los niveles que hemos analizado, parece ser una propiedad intrínseca del ajedrez que, sin importar si se trata de jugadores buenos o malos, el número de ataques en promedio alcanza un máximo de cerca de tres por posición (desplazado hacia la izquierda en el caso de principiantes, como se puede apreciar en la figura), por cada bando. La figura 4 muestra lo que mencionamos para el caso de aficionados y grandes maestros. El lector escéptico podrá seleccionar posiciones de partidas de ajedrez al azar y comprobar que en promedio el número de ataques en cada situación no excede el valor de tres por bando. Esta gráfica se ha obtenido analizando una base de datos de mil partidas de ajedrez mediante un programa diseñado por Manuel López Michelone especialmente para este fin.



Número total de ataques para el caso de jugadores aficionado (tipo A) y grandes maestros (tipo E). El área punteada es la desviación estándar.

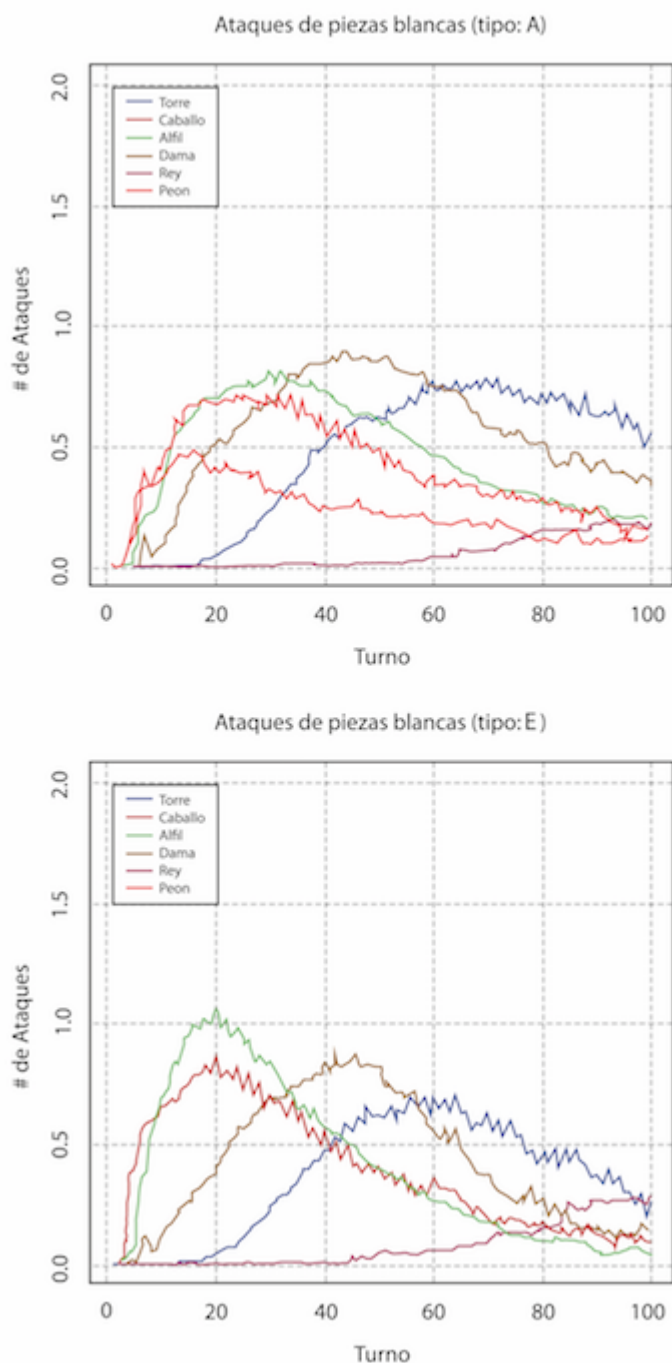
En cuanto a movilidad, del mismo modo que las anteriores, podemos obtener las gráficas que se muestran en la figura 5. En ellas observamos que la movilidad es también prácticamente idéntica en el caso de jugadores novatos y profesionales. De algún modo, los jugadores principiantes se las arreglan para mantener durante una partida básicamente el mismo espacio y ataque que un gran maestro. Esto podría parecer desconcertante pues cómo es que analizando un conjunto de mil partidas, en lo que se refiere a movilidad y ataque, no encontramos diferencias notables en la forma de juego de un jugador novato y de uno profesional.



Movilidad promedio por pieza para los casos de jugadores Amateur (A) Élite (E). La región punteada es la desviación estándar para el caso de la dama.

Así pues, si no es en lo que se refiere a cantidad de ataque y movilidad donde podemos encontrar las diferencias de nivel de juego (evidentes en cuanto a puntuación *Elo*), ¿dónde es que tenemos que buscar? Para intentar encontrar pistas podemos comenzar observando que aunque el número de ataques sea el mismo, lo importante será cómo se dirigen estos. En particular, y en analogía a un sistema físico, podemos definir un concepto de presión como número de ataques (fuerza) entre número de piezas atacadas (área). Un ataque con la misma fuerza, pero distribuido sobre menos piezas corresponderá a una mayor presión y será por tanto más letal. Así pues, no se trata solo de atacar sino de cómo se ataca, y es ahí donde podemos empezar a buscar lo que distingue a un jugador profesional de un principiante.

Al dar un vistazo con más cuidado en las gráficas presentadas podemos echar un poco de luz sobre el asunto. Por ejemplo, en la figura 5 podemos observar que, en promedio, la movilidad en el caso del caballo y el alfil es más intensa a lo largo de la partida en el caso de jugadores élite que en el caso de principiantes. Y no solo eso; si se realiza una gráfica para el promedio de ataques de cada una de las piezas a lo largo de la partida (figura 6), también observamos que, en promedio, el ataque del alfil y el caballo es más parecido en el caso de los jugadores más experimentados que para el caso de los jugadores aficionados.



Ataque promedio por pieza. Jugadores Amateur (Tipo A) y Élite (Tipo E)

Estas diferencias son significativas, pues indican que los grandes maestros logran maniobrar, en promedio, el caballo con igual habilidad que al alfil, lo cual parece no ser simple para los jugadores principiantes. Aunque el caballo y el alfil tienen valores idénticos (cada uno tiene un valor de aproximadamente 3 peones) el movimiento del caballo (en forma de "ele" y con la capacidad de saltar sobre otras piezas) resulta más complicado de manejar que el del alfil (en "diagonal").

Otra característica que podemos observar en las gráficas que aparecen en la figura 4 es que hacia el final de la partida los jugadores aficionados reducen el número promedio de ataques a solo uno por turno, mientras los grandes maestros sostienen un valor más cercano a dos ataques por turno. Esta es también una característica de los buenos jugadores en comparación con los principiantes: los novatos hacia el final del juego se ocupan solamente en dar jaques (es decir, un ataque por turno), mientras los expertos llevan a cabo algún plan más elaborado, ya sea para coronar alguno de sus peones o para dar jaque mate.

El ajedrez, un simple "juego de mesa", está muy lejos de estar completamente agotado y comprendido.

Así pues, el ajedrez, un simple "juego de mesa" con más de mil años de existencia, cuya cantidad

total de partidas distintas se calcula en 10^{120} (número que es superior incluso al total de electrones estimado en el universo observable) y cuyas reglas son simples y bien definidas, está muy lejos de estar completamente agotado y comprendido. Nuestro grupo de trabajo se encuentra laborando en aplicaciones de modelos físicos al ajedrez con la finalidad de llevar a cabo una autopsia matemática del ajedrez; en busca de una comprensión cuantitativa y estadística más profunda del juego ciencia.

Consideraciones finales



Estudiar las propiedades del ajedrez es un campo que puede abrirse muchísimo y arrojar resultados totalmente inesperados. Aún falta mucho por hacer, y es sorprendente el hecho de que, hasta donde tenemos conocimiento, no haya otros resultados publicados sobre el tema. Para este tipo de estudios existe una amplia base histórica de datos sin margen de error. Chess Base por ejemplo, ofrece varios millones de partidas de una amplia gama de niveles, desde campeonatos infantiles hasta los campeonatos del mundo (<http://es.chessbase.com>).

Además mencionamos que los resultados que podrían obtenerse en este juego pueden ser aplicables a otros escenarios competitivos, como es el caso de otros deportes, como fútbol, basquetbol, donde el conocimiento de posiciones podría disponerse por medio de memorias, pinturas, fotografías o video.

La ausencia, al presente, de investigaciones en esta dirección puede explicarse por los intereses económicos, ya que de hecho existen sofisticados programas que juegan ajedrez (de los cuales ya se ha hablado en los párrafos anteriores), que son comercializados en todo el mundo, y cuyas características fundamentales se mantienen más o menos en secreto. C^2

Referencias:

Marcelo, del Castillo-Mussot. *Cómo acercarse al ajedrez*, Limusa-Noriega.

Leonxto, García. *Ajedrez y ciencia, Pasiones mezcladas*, Crítica, 2013.

HV Ribeiro, RS Mendes, EK Lenzi, M del Castillo-Mussot, Amaral LAN (2013) Move-by-Move Dynamics of the Advantage in Chess Matches Reveals Population-Level Learning of the Game. PLoS ONE 8(1): e54165. doi:10.1371/journal.pone.0054165