

## **MECANISMOS DE AGREGACION DE INFORMACION: CONCEPTO, DISEÑO E IMPLEMENTACION PARA UN PROBLEMA DE PRESUPUESTO DE VENTAS<sup>1</sup>**

Kay-Yut Chen y Charles R. Plott<sup>2</sup>

### **Introducción**

La información y el conocimiento en los sistemas sociales existen frecuentemente solo en la forma de opiniones dispersas, datos locales, evaluaciones y su importancia para la operación de los sistemas sociales, a pesar de su forma subjetiva o “suave”, es ampliamente reconocida. Sin embargo, cómo es que esta información y conocimiento exactamente encuentra su camino hacia propósitos sociales útiles y si la información que existe o no en el sistema es utilizada en forma completa, parece ser altamente dependiente de la naturaleza de las organizaciones e instituciones que apoyan su transferencia y uso. La variedad de procesos encontrados en organizaciones, tales como comités, procesos de encuestas, redes de contacto, informes, etc., desarrollados con el propósito de mejorar los flujos de información sugieren tanto la importancia como la complejidad de la tarea.

El trabajo que aquí se informa encuentra su primitiva motivación en el trabajo clásico de Hayek (1948), quien sugiere que los precios en mercados espontáneos y libres realizan importantes contribuciones a la transmisión de información en las economías. Algunas sugerencias más precisas acerca de el tipo de mercados que podrían ser exitosos y cómo podrían funcionar se encuentra en la literatura teórica de las expectativas racionales. El desarrollo operativo de la teoría, la exploración de las posibilidades que presentan los mercados reales y el testeado de distintas arquitecturas de mercado que puedan apoyar la agregación de información son el producto estrictamente de la economía experimental. Este trabajo lleva la metodología de la economía experimental un paso más allá e informa acerca de la implementación y uso de procesos de mercado que fueron diseñados explícitamente con el objetivo de cumplir con la tarea de acumular y organizar información que se encuentra en forma altamente dispersa y subjetiva.

Como se refleja en el título del trabajo, el análisis está centrado en el diseño y la implementación de “mecanismos de agregación de información”. La libertad de diseño remueve cualquier necesidad de restringir la investigación a una institución particular o alguna clase de instituciones que haya evolucionado naturalmente. La cuestión que plantea esta investigación es si puede implementarse y desarrollarse la capacidad de procesos competitivos hacia una herramienta de agregación de información que pueda ser utilizada para administrar empresas. En verdad la investigación puede ser extendida a cualquier tipo de sistema que pueda cumplir con la tarea exitosamente. El mecanismo de agregación de información particularmente desarrollado e

---

<sup>1</sup> Este trabajo fue publicado originalmente en inglés como el *Social Science Working Paper* 1131, March 2002, Division of the Humanities and Social Sciences, California Institute of Technology, Pasadena, California, 91125. Autorización para su publicación otorgada por los autores.

<sup>2</sup> Charles R. Plott es Edward S. Harkness Professor of Economics and Political Science, Division of the Humanities and Social Sciences, California Institute of Technology; Kay-Yut Chen es Principal Scientist en el Intelligent Enterprise Technologies Lab at Hewlett-Packard Labs.

implementado aquí está estrechamente relacionado con los mecanismos sugeridos por la literatura teórica y experimental sobre los mercados.

Los economistas han comprendido por largo tiempo que, en teoría, los precios en mercados adecuadamente diseñados reflejan la recolección de toda la información poseída por los comerciantes acerca de eventos futuros. En forma casi diaria las páginas de negocios interpretan la conducta de los mercados como anticipando eventos o integrando el conjunto complejo de información en el precio. Las intuiciones que apoyan dichas ideas están fácilmente disponibles. Reflexionando sobre las nociones diarias acerca de la forma en que la gente aprende observando de otra gente, se puede formar una impresión basada en el sentido común de cómo un mecanismo de agregación podría funcionar. Por ejemplo, la observación de mucha gente comiendo en un restaurante sugiere que es un buen lugar para comer e incrementa la probabilidad de que alguno lo pruebe. O, si se observa a una multitud mirando algo existe entonces la propensión de que otras personas miren, pensando que la multitud estaría viendo algo de interés. Las acciones de la multitud sugieren que ellos saben algo y los demás incorporan instintivamente esta posibilidad en su propia base de información. A un nivel más formal la idea puede encontrarse en los informes de mercado de las acciones en el sentido de que los mercados “anticipan” eventos tales como la inflación, las ganancias informadas de una empresa, informes sobre la economía, sobre el clima, o las posibilidades de eventos disruptivos tales como huelgas o guerras, etc. Los “insiders”, aquellos con pedazos y partes de información, aquellos con buena “intuición” acerca de los eventos están registrando sus creencias a través de sus acciones en los mercados. Esto es, según cierta interpretación, los mercados son como una aspiradora, coleccionando y agregando información que de otra forma se encuentra altamente descentralizada y privada. La transformación de estas propiedades de sentido común en los principios de una ciencia y el diseño de tipos especiales de procesos para mejorar dichos rasgos han dado como resultado lo que vamos a llamar Mecanismos de Agregación de Información (MAI).

Un proyecto de investigación conjunto entre Caltech y Hewlett Packard Laboratories fue iniciado en 1996 para investigar las posibilidades de implementar mecanismos de agregación de información. Muchos ejemplos de empresas comparten las siguientes características: pequeñas partes y piezas de información relevante existen en las opiniones y en la intuición de individuos que están cerca de una determinada actividad. Algunos ejemplos son las cuestiones de administración de cadenas de provisión, pronósticos de demanda, introducción de nuevos productos, e incertidumbres en la oferta. En muchos casos no existen métodos sistemáticos para recoger dicha información. En esos casos, poco conoce un individuo en particular, pero la agregación de las partes y piezas de información puede ser considerable. Por ejemplo, resulta extremadamente difícil combinar información subjetiva tal como el conocimiento del movimiento de un competidor con información objetiva tal como datos históricos. En un mundo perfecto, con recursos y tiempo ilimitado, un usuario de dicha información podría entrevistar personalmente a cada uno que tuviera información relevante, pero dicho lujo no existe. Reunir las partes y piezas por medios tradicionales, tales como reuniones de negocios, es altamente ineficiente debido a una cantidad de problemas prácticos relacionados con la localización, los incentivos, las cantidades insignificantes de información en algún lugar en especial, y aún la ausencia de una metodología para acumularla. Más aún, prácticas de negocios tales como la fijación de cuotas y presupuestos crean incentivos para que los individuos no revelen esa información. Los principios de la economía junto con nuevas tecnologías que existen para crear

mercados y mecanismos relacionados sugieren que sería posible desarrollar un nuevo enfoque que evite muchos de los problemas prácticos.

La investigación presentada aquí plantea muchas cuestiones fundamentales que pueden ser solamente respondidas por una investigación o una demostración de campo. La teoría abstracta o los experimentos pueden ayudar, pero en definitiva no pueden proveer las respuestas. ¿Qué clase de mecanismos podrían funcionar? ¿Cómo podrían implementarse en una empresa u otro tipo de organización? ¿Funcionarían? Por supuesto que hay muchas cosas científicas que uno quisiera resolver antes de intentar la aplicación. ¿Cómo funciona el sistema en relación a la psicología y a los sesgos en las decisiones de los individuos? ¿Cómo puede uno tomar en cuenta los problemas en los cuales los individuos pueden tener grandes incentivos para esconder o cambiar la información que conocen? ¿Qué reglas y mecanismos serían necesarios para distintas estructuras subyacentes de información? Si los mercados son pequeños o el número de participantes poco, ¿cómo se verá afectado el funcionamiento del sistema? ¿Cómo podemos encontrar gente con la información relevante y cómo sabemos que saben algo relevante de todas formas? Se supone que los mecanismos agregan información que existe y que no está creada de la nada. Si los participantes no saben nada, el mecanismo no producirá nada.

Algunas cuestiones han sido respondidas con la experimentación de laboratorio. Prueba de que mercados diseñados adecuadamente pueden agregar información ha existido en la literatura sobre la economía experimental por más de una década.<sup>3</sup> Los experimentadores han descubierto que los mercados poblados de seres humanos pueden en verdad funcionar en forma tal como la que sugiere la teoría, pero que la capacidad está estrechamente relacionada con la organización del mercado.

La posibilidad de implementar un MAI en un entorno de negocios es sugerido por los *Iowa Electronic Markets*, y comparaciones de los principales rasgos del MAI de Hewlett Packard con los *Iowa Electronic Markets* (IEM), son de interés. Si bien hay muchas superposiciones, existen diferencias substanciales en los entornos en los que se aplican estos mecanismos. También hay diferencias en las metodologías mismas. El IEM está enfocado hacia eventos que son observables para una amplia base general de población, tal como resultados electorales, ciertos precios de acciones, o acciones de la Reserva Federal. Por ejemplo, en los *Iowa Electronic Markets*, los participantes pueden comprar y vender “acciones” de candidatos en las elecciones de los Estados Unidos y algunos otros países. En dichos casos, no resulta claro que la información a ser capturada signifique algún grado substancial de agregación en el sentido que el concepto es aplicado para la operación del MAI. En el caso de eventos públicos, gran parte de la información relevante ya puede ser de conocimiento público. No resulta claro si los participantes del IEM tienen información específica especializada que no esté disponible al público en general.

---

<sup>3</sup> La demostración experimental se encuentra primero en Plott y Sunder (1982, 1988). Este primer trabajo demostró que la capacidad de los mercados para agregar información es sensible a la arquitectura del mercado. En particular, este trabajo demostró que activos financieros compuestos no son tan confiables, como indicadores, como un conjunto de instrumentos dependientes de un estado en particular. Las condiciones bajo las que un activo financiero simple resulta confiable fueron aisladas en Forsythe y Lundholm (1990). La necesidad de selecciones de instrumentos adecuados es destacada en demostraciones de mercados que pueden equilibrar en diseños que no revelan totalmente la información tales como cascadas (Anderson y Holt, 1997; Hung y Plott, 2001) o son engañosos como los “espejismos” (Camerer y Wiegelt, 1991) o “burbujas” (Smith et al., 1988; King et al., 1993; Porter y Smith, 1994; Lei et al, 2001). De hecho, cierto tipo de organización del mercado no facilita ninguna agregación de información como es el caso del juramento de los ganadores en subastas a sobre cerrado (Kagel y Levin, 1986; Lind y Plott, 1991). Ver Sunder (1995) para un resumen o aspectos de la investigación (Sunder, 1992).

Muchos informes públicos, encuestas y resúmenes existen en la prensa y obviamente afectan las actividades de IEM. Los participantes en el IEM se han autoseleccionado para participar, lo cual no tiene un significado específico respecto si tienen información privada o no. Así, las predicciones del IEM podrían reflejar un sistema efectivo y sofisticado de encuestas, un conjunto de intenciones personales, un mecanismo de coordinación de información pública, o una combinación de encuestas. Si bien están relacionados, estos rasgos de la información subyacente pueden ser diferenciados de un conjunto de información privada (más allá de la intención personal de voto) que reside en pequeñas cantidades en una población.

En contraste, en el MAI de Hewlett Packard sólo se seleccionó a un pequeño número de participantes. Ellos fueron seleccionados específicamente de distintas partes de la empresa debido a que se pensó que tenían distintas pautas de información sobre el evento seleccionado como objetivo. Estas pautas de información, incluyendo inteligencia de mercado, información específica acerca de grandes clientes, y estrategias de precios, necesitaban ser agregadas. Además, no había resúmenes de información pública disponibles para los participantes durante la operación del MAI. Los pronósticos oficiales no fueron conocidos hasta que se concluyó el MAI. De hecho, cierta evidencia aleatoria sugiere que las actividades del MAI fueron utilizadas como insumos para los pronósticos oficiales de HP en más de una ocasión.

Los Mercados Electrónicos de Iowa eran densos, con muchos participantes operando durante un largo período de tiempo, mientras que los mercados en el MAI de HP eran poco densos y operados en períodos muy cortos. Tales diferencias llevaron a una arquitectura de procedimientos y de mercado diferente. Las diferencias en la naturaleza de la tarea de predicción también llevaron a utilizar distintos instrumentos de mercado. Las predicciones principales del mercado electrónico de Iowa son predicciones puntuales, tales como el porcentaje de votos en una elección, y están diseñados para compararse con las técnicas de encuestas. Los puntos en común entre el mercado de Iowa y el MAI de HP son mayores en los mercados llamados “el ganador se lleva todo”. Dichos mercados están basados en los mismos principios que el MAI de HP comentado aquí. Esta coincidencia entre dos tipos substancialmente diferentes de ejercicios puede también certificar la robustez de los principios básicos en entornos muy variables.

## **2. Las tareas**

Se realizaron un total de doce predicciones durante un período de tres años. Estas se presentan en la tabla 1. Incluidos en la tabla encontramos: (i) los eventos a ser predichos, (ii) cuando se realizó el MAI, (iii) el número de participantes, (iv) la duración de la operación del mecanismo de agregación de información y (v) alguna información sobre la estructura del mecanismo.

El primer evento de predicción intentado se relacionó con el nivel del bono de participación en las ganancias en un semestre en particular. El bono es calculado en base a una fórmula predefinida sobre las ganancias de HP. Se definieron un total de ocho posibilidades, por ejemplo, menos del 2%, entre el 2% y el 3%, etc. y se creó un mercado para cada una de ellas.

Todos los otros eventos predichos se relacionaron con las ventas de productos. Se realizaron predicciones para ocho productos, que son categorizados como {A, B, C, D, E, F, G, H} para esta discusión y análisis. Como puede verse en la tabla se realizaron predicciones más de una vez para algunos de estos productos y solo una vez para otros. En algunos casos se predecían ventas en dólares para algún mes y en otros el número de unidades vendidas.

Típicamente, la predicción era sobre las ventas mensuales para un mes que estuviera con tres meses de anticipación, con la excepción siendo los primeros dos ejercicios para los cuales el

evento predicho estaba un mes adelante. En todos los casos, la información se recolectaba por una semana abriendo los mercados durante el almuerzo y en la tarde de cada día. Los directivos no querían que los participantes estuvieran preocupados con esta tarea durante el día de trabajo cuando otras cuestiones necesitaban de su atención.

### **3. El mecanismo: cuestiones técnicas**

Las cuestiones técnicas son de dos tipos. La primera se relaciona con los instrumentos que van a ser utilizados en los mercados. ¿Exactamente cuáles serán los ítems que serán comprados y vendidos en los mercados? La segunda cuestión se relaciona con el mecanismo de mercado, la tecnología para realizar propuestas de compra, de venta e intercambios.

La principal elección de instrumentos se realizó entre un activo compuesto simple, que pagaba un dividendo en proporción al nivel de las ventas, si las ventas son el ítem a ser pronosticado, y múltiples, contratos contingentes. Porque se conoce a través de los experimentos que los activos únicos compuestos pueden tener dificultades con la agregación de información, Plott y Sunder (1988), se tomó la decisión de utilizar un conjunto completo de contratos contingentes a la situación.

Se eligieron activos Arrow-Debreu como los instrumentos debido al éxito en la agregación que habían exhibido en el laboratorio (ver Plott, 2000) para un ejemplo de los tipos de experimentos de laboratorio que han sido utilizados para explorar esta cuestión. El espacio de resultados posibles fue dividido en un número finito de subespacios. Cada subespacio estaba “atado” a un activo financiero. Luego de que se revelara el resultado final, el activo financiero, que contenía el resultado final, resultaba determinado. Este activo financiero “ganador” pagaba una cantidad fija. El resto de los activos financieros no pagaba nada.

Puesto que todos los eventos escogidos para su predicción se encuentran en la línea real positiva, se construyeron activos financieros dividiendo la línea real en aproximadamente diez intervalos (el número exacto depende del evento). Cada intervalo recibió un nombre y cada intervalo tenía asociado un activo financiero con el mismo nombre que era comercializado en el mercado. Así, el intervalo 0-100 estaba asociado con un activo financiero llamado 0-100 que se comercializaba en el mercado bajo el nombre 0-100. El intervalo 101-200 estaba asociado con un activo financiero denominado 101-200, etc. Si el resultado final caía en un intervalo, el respectivo activo financiero pagaría, digamos, un dólar por acción al final del experimento. Todos los demás activos no pagarían nada.

Por supuesto que la cantidad exacta del dividendo por acción era un parámetro que podía ser modificado, pero en los ejercicios realizados aquí fue siempre de un dólar por acción. Un mayor dividendo por acción daría mayor valor a la misma, pero el dividendo por acción interactúa con el costo total del ejercicio y con el volumen potencial de intercambios y la liquidez del mercado relacionada.

Cada participante recibió un portafolio de acciones en mercados y efectivo. En algunos ejercicios todos los participantes recibieron la misma cantidad de acciones en todos los activos financieros. En otros ejercicios los participantes recibieron acciones en la mitad de los activos financieros, alternando qué activo recibían primero entre los participantes. La distribución desigual que recibían se utilizó para incentivar los intercambios intentando asegurar que la dotación inicial de activos financieros no se aproximara al equilibrio final. Por supuesto que el número total de acciones y efectivo distribuidos determinaron el costo general del ejercicio.

El mecanismo de mercado utilizado para apoyar a los mercados fue un software para la subasta doble de mercados de *Marketscape*, basado en la web, que fue desarrollado por el Laboratorio de Economía y Ciencias Políticas de Caltech. Todos los mercados para un evento fueron organizados en una sola página web para que tuviera un fácil acceso. Como puede verse en la pantalla presentada en la Figura 1, cada mercado diferente ocupa una línea en la cual el valor de oferta de compra, de venta, y el último precio comercializado se presentan. Estaban disponibles *links* a una serie temporal completa de intercambios tanto sea en forma gráfica como los datos completos. También existían *links* a las bases de datos de HP, lo cual permitió que los participantes revisaran datos que poseía HP. Un participante podía ingresar una oferta de compra, una oferta de venta o aceptar una oferta a través de un formulario en la página web. Las órdenes se comparaban con el otro lado inmediatamente. Si un intercambio era posible, era ejecutado y sino la orden era colocada en un libro de órdenes. Las mejores ofertas eran listadas en la página web del mercado principal. El libro completo de ofertas estaba disponible para cada mercado con solo hacer clic en un botón.

Los participantes estaban ubicados en un área geográfica diversa. Algunos pueden haber estado viajando durante los experimentos. La participación era anónima. Sin embargo, cada participante tenía asignado un número de identificación para cada experimento. Durante el experimento, ese número de identificación de la persona que hacía ofertas y transacciones era de conocimiento público. Los participantes tenían la capacidad de rastrear la conducta de otros sujetos dentro del mismo experimento si es que lo deseaban.

#### **4. El mecanismo: aspectos del negocio**

La implementación de una institución de mercado en un entorno de negocios ofrece desafíos diferentes que la implementación de la misma institución en un entorno de laboratorio. Las cuestiones principales son la selección de los participantes y la motivación junto con otras restricciones de negocios.

La selección de los participantes es de primordial importancia. En un experimento académico, los participantes reciben una cantidad apropiada de información en virtud de los controles y procedimientos experimentales. Por lo tanto, no hay cuestión de seleccionar a los participantes por lo que puedan saber ya que todos ellos, por diseño, tendrán la información apropiada. La única cuestión es si el mecanismo de información está agregando información que se sabe que existe o no.

En contraste, en un entorno de negocios, los participantes tienen que ser seleccionados cuidadosamente. Por un lado, no es deseable “perder” a una persona con mucha información. Por otro, no sería eficiente incluir a mucha gente sin ningún tipo de información relevante. En verdad, poco se conoce teóricamente acerca del tamaño relativo de la información en relación al mercado que sería requerida para que funcione un mecanismo de agregación de información.

Una segunda cuestión es asegurar la participación a través de los incentivos apropiados y el *timing*. Aún si se identifica para participar a la gente adecuada, no se deduce de ello que se obtenga el adecuado volumen de participación. Los costos de oportunidad para realizar otra cosa en lugar de participar en el ejercicio de pronósticos pueden ser altos para la gente de negocios. Por lo tanto, se requiere generalmente un nivel de incentivos mucho más alto que el necesario para un experimento académico. En segundo lugar, la programación de las sesiones de mercado es también problemática. Por un lado, es deseable tener un programa (por ejemplo, 24 horas en una semana) para minimizar el conflicto con otras actividades. Por otro, no es deseable dejar al

mercado abierto por largos períodos porque los participantes van a encontrar así una falta de actividad en los mercados y perderán su interés. Tercero, se sabe de los experimentos en laboratorios que la capacidad de los mercados para predecir se incrementa a medida que los participantes tienen experiencia con los mercados y entre sí. Por ello, los incentivos y los programas deben ser tales que los participantes disfruten de su participación y quieran repetir la experiencia con distintas tareas de predicción.

Las restricciones de negocios operan en diferentes dimensiones. En primer lugar, puede haber alguna duda respecto a involucrar empleados en un ejercicio en el cual puedan perder dinero. Por cierto este fue el caso en HP. Así, tuvimos que proveer una pequeña cantidad de efectivo a cada participante antes de las sesiones de mercado. Esto, junto con el presupuesto determinado en conjunto con el *management* de HP, restringió la cantidad de inversión que un participante podía tener en el mercado y afecta los incentivos para realizar intercambios. En segundo lugar, la implementación en un ámbito de negocios tenía que ofrecer información que pudiera ser útil. En particular el horizonte de las predicciones era importante. Típicamente, los pronósticos no son valiosos si se realizan en horizontes menores a los tres meses. Por lo tanto, las sesiones de mercado debían ser conducidas tres meses antes del evento a ser predecido.

## 5. Procedimientos

Los experimentos fueron conducidos con tres divisiones diferentes de HP. Típicamente, alrededor de 20-30 personas se anotaban en los experimentos. La participación fue limitada a las organizaciones de marketing y finanzas. Adicionalmente se reclutaron cinco personas de los laboratorios de HP en cada experimento. La razón de agregar a estos últimos, quienes tenían poca o casi ninguna información acerca del evento a predecir, fue para incrementar la liquidez en los mercados. Los experimentos de laboratorio habían sugerido que un número pequeño de participantes no informado proveen de liquidez al mercado y una función de sumar “consistencia” al mercado a través del proceso de “lectura” e “interpretación” de las acciones de los otros.

Los mercados estuvieron típicamente abiertos por alrededor de una semana para cada evento. Dentro de la semana, existían restricciones adicionales respecto al horario de los mercados, como se discute en otro lugar. La comercialización se efectuaba a través de un servidor localizado en Caltech. Los sujetos estaban dispersados geográficamente en California.

Se realizó algún esfuerzo para que la participación fuera anónima. Sin embargo, como la mayoría de los sujetos trabajaban en la misma organización, esperaríamos que hubiera interacciones normales entre ellos durante los experimentos.

Cada sujeto recibió una sesión de instrucción individual de unos 15-20 minutos de duración. El experimentador explicó la estructura de los incentivos y el mecanismo de mercado como también la página web en detalle. Entregó a cada sujeto información de contacto. Fueron alentados a llamar si encontraban dificultades. Además, se informó a los participantes acerca del objetivo del experimento y que su participación era importante para el negocio de HP. Si bien este procedimiento no es típico de los experimentos en laboratorio, el objetivo del ejercicio presentado aquí era diseñar e implementar un mecanismo que funcionara y se pensó que la instrucción acerca del objetivo podía ayudar.

Al final de cada ejercicio, los sujetos recibían su paga por medio de un cheque o por los procedimientos de reembolso internos de HP.

## 6. Pronósticos

Las distribuciones de precios computados como el último 50% de los intercambios en un mercado se muestran para todos los mercados para todos los eventos predecidos en las Figuras 2A a 2L. Los resultados reales, las predicciones MAI como también los pronósticos oficiales (si estaban disponibles) también se indican en las figuras. Por ejemplo, en el evento 2 (figura 2B) se muestra que la distribución MAI tiene un único pico alrededor de 230. El resultado real (la línea de puntos) está en 220 mientras que el pronóstico oficial es de 249. La predicción MAI (línea vertical sólida) se ubica en 230 en el medio entre el resultado real y el pronóstico oficial.

La inspección visual muestra que las predicciones MAI están más cerca de los resultados reales que los pronósticos oficiales en los eventos 2, 3, 4, 5, 6 y 9. También vale la pena destacar que en los eventos 3, 4 y 5, las predicciones MAI están tan cerca de los pronósticos oficiales que prácticamente se superponen uno con otro.

Los pronósticos (de ventas) que resultaron de los mercados están contenidos en la Tabla 2. La tabla también contiene las ventas reales que resultaron en el período en el cual se realizó la predicción. Por ejemplo, el resultado del evento 2 fue un nivel de ventas de 220 que se comparaba con el pronóstico oficial de HP de 249, el que tenía un error del 13,182%. La predicción MAI para el evento 2 utilizando el último 50% de los intercambios fue 230.059 con un porcentaje de error de 4.572.

Es necesaria una discusión acerca de las predicciones derivadas del MAI. La cuestión principal al interpretar los resultados es encontrar una forma razonable para derivar predicciones desde los datos del mercado. Teóricamente, los precios de un mercado eficiente deberían sumar los dividendos de los activos financieros Arrow-Debreu y ser proporcionales a las probabilidades de los estados condicionados en la información del mercado. Sin embargo, en nuestros experimentos los precios no siempre sumaban hasta la cantidad adecuada o se mantenían en un nivel estable. Así, el precio utilizado como un pronóstico MAI utilizado para calcular las probabilidades de los distintos estados se convirtió en una cuestión a discutir.

Se presentan distintas opciones como estadísticas predictivas. Elegimos el precio de transacción promediado por volumen de los mercados MAI como la medida. Los promedios fueron tomados sobre un subconjunto de intercambios hacia el final de los experimentos. La justificación de esto era que el mercado alcanzaba cierto grado de equilibrio hacia el final como lo sugieren los experimentos de laboratorio. Como no existe un criterio objetivo para elegir el número de intercambio a incluir, se utilizaron distintos porcentajes y los resultados parecen ser robustos en relación a ello.

El modelo empleado asume que para cada intervalo el evento era igualmente probable dentro del intervalo. Este supuesto, cuando se sumaba a las probabilidades de cada intervalo calculadas desde los precios de mercado del MAI, permite el cálculo de un resultado esperado. Como todos los eventos residen en la línea real sin un límite superior, todos salvo los intervalos superiores están limitados y así no plantean problemas en su cálculo. El intervalo superior, sin embargo, recibió un tratamiento basado en dos distintas aproximaciones para tener en cuenta su caso. El primer enfoque ignoró el último intervalo en forma completa dado que para la mayoría de los experimentos, la probabilidad otorgada al mismo era muy pequeña. El segundo enfoque, asumió que toda la probabilidad en el último intervalo estaba ubicada en su límite inferior. Los resultados fueron robustos con respecto a como se calculó el valor esperado (de ventas).



La segunda cuestión principal es la elección de una referencia apropiada para medir la performance de las predicciones del MAI. En un entorno de negocios la información que poseen los individuos no es conocida. Es imposible vincular las predicciones del MAI con respecto al total de la información disponible como se hace en condiciones de laboratorio. La única referencia disponible era el pronóstico oficial de HP. Esta es una referencia lógica ya que representa la “creencia” de HP, pero tiene sus limitaciones. Por ejemplo, el pronóstico oficial de HP no está acompañado por supuestos acerca de la distribución de su exactitud. En realidad, el pronóstico oficial no es solamente un pronóstico, es una herramienta de management a través de la cual se miden cuotas y compensaciones pagadas. Este doble rol de los pronósticos significa que se espera que las divisiones y el management coordinen bajo el supuesto de que el pronóstico será alcanzado. Más aún, los pronósticos oficiales de HP estuvieron disponibles solamente en ocho de los doce experimentos que hemos conducido.

## 7. Resultados

La configuración general de los resultados indica que las predicciones MAI son una considerable mejora sobre los pronósticos oficiales de HP. Las predicciones MAI en relación a los pronósticos oficiales de HP pueden encontrarse en la Tabla 2. El resultado real, los pronósticos oficiales de HP y sus porcentajes absolutos de error son incluidos. También se informan las predicciones MAI calculadas con tres métodos diferentes con sus porcentajes absolutos de error.

La Tabla 3 muestra las estadísticas de comparación entre los pronósticos oficiales de HP y las predicciones MAI. Se presentan los porcentajes absolutos de error de los pronósticos oficiales de HP, como también de las predicciones MAI calculadas por medio de seis métodos diferentes. Se utilizaron tests-T para determinar si los pronósticos oficiales de HP tienen errores mayores que cada uno de los seis métodos MAI. Los valores-p de estos tests son informados en la misma tabla. Estos forman la base del primer resultado.

### **RESULTADO 1: Las predicciones de mercado basadas en precios MAI superaron a los pronósticos oficiales HP**

En seis de los ocho eventos para los cuales estaban disponibles pronósticos oficiales las predicciones MAI resultaron más cercanas al resultado real que el pronóstico oficial. Los tests-T también muestran que los porcentajes de error de los pronósticos oficiales fueron mayores que aquellos de las predicciones MAI. La hipótesis de que el error del pronóstico oficial es menor que o igual al error de la predicción MAI puede ser rechazada. El resultado de que los pronósticos de MAI son más exactos es robusto en relación a diferentes métodos de cálculo. La tabla 3 sintetiza todos los pronósticos y errores de predicción y la estadística-t para cada una de las siguientes definiciones de los precios de transacción por promedio de volumen que son utilizados como la probabilidad (luego normalizada) de un intervalo en particular. La predicción MAI es el intervalo en el cual se predice que las ventas caerán. Así, el intervalo predicho es sensible a las probabilidades asignadas a los intervalos y la interpretación del intervalo superior. La robustez fue controlada por los siguientes supuestos.

- a. utilizando el último 40% de los intercambios para calcular el precio promedio por volumen
- b. utilizando el último 50% de los intercambios para calcular el precio promedio por volumen
- c. utilizando el último 60% de los intercambios para calcular el precio promedio por volumen

- d. ignorando el último intervalo para calcular un valor esperado de la variable predicha
- e. asumiendo que toda la probabilidad del último intervalo se concentra en su límite inferior para calcular el valor esperado de la variable predicha.

Como revela la Tabla 3, al margen de la definición utilizada los resultados se mantienen esencialmente sin cambio.

El primer resultado se enfoca solamente en las predicciones puntuales. Sin embargo, la MAI también produce información probabilística acerca de la probabilidad de resultados posibles. Los precios en el mercado pueden ser interpretados como la probabilidad de que las ventas caigan en el intervalo representado por el mercado. En lugar de producir una predicción puntual el MAI produce una completa distribución de probabilidades. El resultado siguiente trata de la cuestión acerca de si las distribuciones probables derivadas de los precios son consistentes con los resultados reales.

La intuición para el test es la siguiente. Cada evento fue potencialmente generado por un diferente proceso probabilístico. Sin embargo, si el proceso MAI recupera la verdadera distribución de los eventos, la distribución derivada, única para cada evento, debería ser consistente con el resultado final. Así, el 10% de los resultados debería caer debajo del 10% de la distribución derivada. El 20% de los resultados debería caer debajo del 20% de la distribución derivada y así sucesivamente.

El fundamento matemático del test utiliza el siguiente argumento y la proposición resultante. Sea  $x \in R$  para un conjunto finito  $R$  de los número reales y sea  $H(x)$  la probabilidad de que una variable aleatoria  $x$  tome valores menores que o iguales a  $x$  bajo el modelo  $H$ . Sea  $F(x)$  la verdadera probabilidad de que la variable aleatoria  $x$  tome un valor menor o igual a  $x$ . Defina una función  $y = H(x)$  y considere la correspondencia inversa  $H^{-1}(y)$  y una función relacionada  $H^{-1}(y) \in H^{-1}(y)$  que toma un solo valor para cada  $y^*$  tal que  $H^{-1}(y^*)$  no es un solo elemento. Dicha selección siempre puede realizarse con conjuntos finitos y con conjuntos más grandes se puede aplicar el Axioma de la Elección. Por supuesto  $y \in [0,1]$ . Sea  $P(y)$  la probabilidad de  $y$ , por lo que el supuesto de que  $F(x)$  es la verdadera probabilidad y utilizando la definición de  $H^{-1}(y)$  tenemos  $P(y) = F(H^{-1}(y))$ .

Más aún, si  $F(x) = H(x)$  podemos definir una función  $F^{-1}(y)$  tal que  $F^{-1}(y) = H^{-1}(y)$ . Ahora, si  $H(x) = F(x)$  entonces al sustituir tenemos la siguiente proposición para  $y \in H(x)$  para cierto  $x$ .

PROPOSICION:  $P(y) = F(F^{-1}(y)) \equiv y$ . Esto es,  $P(y)$  es la distribución uniforme entre 0 y 1.

Ahora asumamos que existen  $N$  variables aleatorias designadas  $x_1$  hasta  $x_n$ . Sea  $H_i(x_i)$  la probable distribución de  $x_i$  bajo la predicción MAI. Sea  $y_i = H_i(z_i)$  donde  $z_i$  es el resultado real observado de  $x_i$ .

Un resultado directo de la proposición anterior es que para todo  $i$ ,  $y_i$  está distribuido uniformemente entre 0 y 1. Más aún, como estos eventos son independientes,  $y_i$  es también i.i.d.

Así, testeando si  $y_j$  es distribuido uniformemente es un test indirecto sobre si las distribuciones predichas ( $H_j$ ) son consistentes con las distribuciones reales ( $F_j$ ).

## **RESULTADO 2: La distribución de probabilidades calculada desde los precios de mercado son consistentes con los resultados reales**

Se condujo un test Kolmogorov-Smirnov sobre la  $y_j$  con la hipótesis nula de que la  $y_j$  es distribuida uniformemente en el intervalo  $[0,1]$ . El test fue conducido con 12 puntos de dato (12 eventos). La estadística-ks es 0,1743 con un valor-p de 0,80. La nulidad no puede ser rechazada a ningún nivel de significatividad razonable.

Así, uno puede concluir razonablemente que las distribuciones derivadas del proceso MAI son consistentes con las distribuciones subyacentes que generaron los eventos.

El resultado siguiente es otro test de la precisión del MAI en relación a los pronósticos oficiales. La cuestión que plantea es la naturaleza de cualquier mejora sobre los pronósticos oficiales. ¿Sugiere el MAI ajustes en los pronósticos oficiales de HP que están en la “dirección adecuada”? Informes sobre el resultado siguiente muestran que la respuesta es “sí”.

## **RESULTADO 3: El MAI realiza predicciones cualitativas correctas acerca de la dirección que el resultado real va a seguir (arriba o abajo) en relación al pronóstico oficial**

Utilicemos el siguiente procedimiento para predecir si los resultados reales se encontrarán por arriba o por debajo de los pronósticos oficiales. Primero, calculamos la distribución predicha basada en los últimos 50% de intercambios en cada mercado. Luego miramos al punto del pronóstico oficial y determinamos si la distribución está “sesgada” (tiene más masa) hacia la izquierda o hacia la derecha. La distribución tiene más masa hacia la derecha, predecimos entonces que el resultado real será más alto que el pronóstico oficial. De otra forma, el resultado real será menor que el pronóstico oficial.

Utilizando este método, los resultados reales son consistentes con la predicción de 8 de 8 eventos que tenían pronósticos oficiales. Ver la Tabla 4 para una síntesis de las predicciones.

Además de los resultados presentados arriba se mencionan ahora algunas observaciones. Estas se relacionan con fenómenos que ya sea son de importancia para la teoría o son interesantes para establecer una correspondencia con los datos experimentales de laboratorio.

**OBSERVACION 1:** Existieron ganancias de arbitraje teóricas.

En todos los experimentos, los precios resultaron mayores que el dividendo ganador. En teoría, esto violaba la condición de no arbitraje. Sin embargo, para tomar ventaja de las condiciones de arbitraje, los individuos necesitaban ejecutar múltiples intercambios cuando las fluctuaciones de los precios eran substantivas. Así, aunque se observaron violaciones a las condiciones teóricas de arbitraje en los experimentos, es probable que en verdad no hubiera oportunidades prácticas de arbitraje. Sin embargo, esto solamente explica por qué la suma de los precios puede estar alejada del punto de eficiencia (sumada para ser el dividendo ganador). No explica por qué en los dos experimentos la suma de los precios estuvo siempre por encima del dividendo ganador.

**OBSERVACION 2:** No se identificó ninguna información significativa sobre el estado en la dinámica observada durante el curso de los experimentos.

Para cada experimento, los datos de mercado fueron divididos en 10 subconjuntos, cada uno conteniendo 10% de los intercambios en secuencia. El primer subconjunto contenía el primer 10% de los intercambios. El segundo subconjunto contenía el segundo 10% de los intercambios y así sucesivamente. Los precios de mercado eran calculados utilizando intercambios en cada subconjunto y se calculaban predicciones puntuales para cada subconjunto basadas en los precios. No se observaron tendencias significativas en las secuencias de predicciones.

Una especulación es que la agregación de información ocurrió relativamente temprano. Bajo esta hipótesis, cualquier variación en las predicciones durante el curso de los experimentos se debió a movimientos alrededor del equilibrio.

**OBSERVACION 3:** El número de ofertas de venta excedió el número de ofertas de compra.

En todos los experimentos, hubo más ofertas de venta que de compra. Este fenómeno es típico cuando los precios están bajando. Esto es intuitivamente consistente con lo que conocemos acerca de los mercados de información. En las etapas tempranas de los mercados, cuando se refleja poca información, los precios se encontraban alrededor de los mismos niveles en todos los resultados posibles. A medida que el mercado progresó y se agregaba mayor información, los precios asociados con la mayoría de los resultados (excepto algunos poco probables) decaen. Observamos más ofertas de venta que ofertas de compra debido a que los precios asociados con la mayoría de los resultados estaban cayendo.

## **7. Conclusiones y preguntas y temas de negocios**

El objetivo de esta investigación es tomar mecanismos de agregación de información conocidos, intentar aplicarlos en un entorno real de negocios y determinar si “funcionan”. El MAI elegido fue un conjunto de mercados consistente en un juego completo de activos financieros Arrow-Debreu. Los experimentos de laboratorio sugirieron que un mecanismo como este tendría éxito. El MAI fue exitosamente implementado en distintas divisiones de negocios de Hewlett Packard. Se encontraron numerosos contratiempos, tales como conflictos de programación y un nivel de participación menor que el ideal, que no son temas que aparecen en experimentos académicos pero son extremadamente importantes en el entorno de negocios.

Los resultados son alentadores. No solamente las predicciones de mercado MAI consistentemente superaron a los pronósticos oficiales de HP; los resultados predichos son consistentes con las predicciones probabilísticas del MAI.

La metodología ha generado interés en la comunidad de negocios HP, pese a ciertas cuestiones de investigación, debido a las ventajas de este método que otros métodos de pronóstico no poseen.

(i) El MAI es flexible. Puede ser utilizado para agregar cualquier tipo de información poseída por gente diferente. Consiste en una metodología natural para cuantificar información subjetiva, cualitativa y dar peso a la opinión de diferentes personas para el propósito de agregación de información. La tarea se realiza dando no solamente un pronóstico puntual, sino también una probabilidad completa sobre el alcance para el cual el valor de una variable desconocida ha de ser predicha.

(ii) La metodología es ampliable según el número de participantes, el tiempo de participación y su ubicación. No hay límites prácticos para el número de gente que puede participar. Con mercados que funcionan a través de Internet pueden participar cientos, incluso miles de personas ya sea al mismo tiempo o en momentos diferentes. Tradicionalmente, las empresas recolectan y agregan información a través de procesos de reuniones, que no solamente limitan el número de participantes sino también el marco temporal para la recolección de información.

(iii) La metodología tiende a ser compatible con los incentivos. Los incentivos para esconder información, tergiversarla o simplemente ignorar solicitudes de información son eliminados o limitados. Más aún, los mercados están diseñados para otorgar incentivos para que los participantes adquieran información acerca de eventos futuros y utilicen esta información en el mercado.

Obviamente, este es solamente el primer paso para convertir mecanismos económicos especialmente diseñados en instrumentos de pronóstico. Una vez que se establece la posibilidad surgen naturalmente una serie de cuestiones. ¿Habrá mecanismos alternativos que agregarán mejor la información? ¿Importa la estructura de la información y si es así, puede un MAI diseñado adecuadamente tomar ventaja de ello? ¿Puede un MAI no solamente producir una predicción sino también simultáneamente ayudar a los *managers* a evaluar qué participantes tienen información. Esto es, ¿puede ser diseñada para atraer aquellos con buena información y desalentar aquellos con mala información? La teoría y los experimentos sugieren que mejoras en estas dimensiones son posibles, pero la factibilidad, sujeta a las restricciones de los negocios, aún tiene que ser establecida.

### Referencias bibliográficas

- Anderson, Lisa R. y Charles A. Holt, "Information Cascades in the Laboratory." *American Economic Review* 87 (1997):847-62.
- Berg, Joyce, Robert Forsythe, y Thomas A. Rietz, "What Makes Markets Predict Well? Evidence from the Iowa Electric Markets." *Understanding Strategic Interaction: Essays in Honor of Reinhard Selten*, W. Albers, W. Güth, P. Hammerstein, B. Moldovanu, and E. Van Damme (eds.). New York: Springer (1996): 444-63.
- Camerer, Colin F. y Keith Weigelt, "Information Mirages in Experimental Asset Markets." *Journal of Business* 64 (1991): 463-93.
- Dyer, Douglas, John H. Kagel, y Dan Levin, "A Comparison of Naive and Experienced Bidders in Common Value Offer Auctions: A Laboratory Analysis." *Economic Journal* 99 (1989): 108-15.
- Forsythe, Robert y Russell Lundholm, "Information Aggregation in an Experimental Market." *Econometrica* 58 (1990): 309-47.
- \_\_\_\_\_, Forrest Nelson, George Neumann, y Jack Wright, "Anatomy of an Experimental Political Stock Market." *American Economic Review* 82 (1992): 1142-61.
- \_\_\_\_\_, Thomas A. Rietz, y T. W. Ross, "Wishes, Expectations and Actions: A Survey on Price Formation in Election Stock Markets." *Journal of Economic Behavior and Organization* 39 (1999): 83-110.
- Hayek, Friedrich A., *Individualism and Economic Order*, University of Chicago Press, 1948.

- Hung, Angela y Charles R. Plott, "Information Cascades: Replication and Extension to Majority Rule and Conformity-Rewarding Institutions" *American Economic Review*, 91, No.5 (2001), pp.1508-20.
- Kagel, John H. y Dan Levin, "The Winner's Curse and Public Information in Common Value Auctions." *American Economic Review* 76 (1986): 894-920.
- King, Ronald R, Vernon L. Smith, Arlington W. Williams, y Mark V. Van Boening, "The Robustness of Bubbles and Crashes in Experimental Stock Markets." *Nonlinear Dynamics and Evolutionary Economics*, I. Prigogine, R. Day, y P. Chen (eds.). Oxford University Press (1993)
- Lei, Vivian, Charles N. Noussair, y Charles R. Plott, "Non-Speculative Bubbles in Experimental Asset Markets: Lack of Common Knowledge of Rationality vs. Actual Irrationality." *Econometrica* 69, no. 4 (July 2001): 831-59.
- Lind, Barry y Charles R. Plott, "The Winner's Curse: Experiments with Buyers and with Sellers." *American Economic Review* 81, 1 (1991): 335-46.
- Charles R. Plott, "Markets as Information Gathering Tools", *Southern Economic Journal*, 67 (1), 2000: 2-15.
- \_\_\_\_\_, y Shyam Sunder, "Efficiency of Experimental Security Markets with Insider Information: An Application of Rational Expectations Models." *Journal of Political Economy* 90 (1982): 663-98.
- \_\_\_\_\_, "Rational Expectations and the Aggregation of Diverse Information in a Laboratory Security Markets." *Econometrica* 56 (1988): 1085-118.
- \_\_\_\_\_, Jürgen Wit, y Winston C. Yang, "Parimutuel Betting Markets as Information Aggregation Devices: Experimental Results. *Economic Theory*. En prensa.
- Porter, David P. y Vernon L. Smith, "Stock Market Bubbles in the Laboratory." *Applied Mathematical Finance* 1 (1994): 111-27.
- Vernon L. Smith, Gerry L. Suchanek, y Arlington W. Williams, "Bubbles, Crashes and Endogenous Expectations in Experimental Spot Asset Markets." *Econometrica* 56 (1988): 1119-51.
- Sunder, Shyam, "Market for Information: Experimental Evidence." *Econometrica* 60 (1992): 667-95.
- \_\_\_\_\_, "Experimental Asset Markets: A Survey." *Handbook of Experimental Economics*, John H. Kagel y Alvin E. Roth (eds.). Princeton University Press (1995).

Tabla 1: Summary of Experiments

	Event to be predicted	Number of active participants	Date [time] of experiment	Experiment Duration	Number of Markets
1	Profit sharing percentage to be announced by upper management	16	10/96 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	8
2	Next month sales (in \$) of product A	26	11/96 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	9
3	Next month sales (in units) of Product B	20	01/97 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	9
4	Quarter ahead monthly sales (in units) of product C	21	05/97 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	10
5	Quarter ahead monthly sales (in units) of product D	21	05/97 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	10
6	Quarter ahead monthly sales (in units) of product B	21	05/97 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	10
7	Quarter ahead monthly sales (in units) of product C	24	06/97 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	10
8	Quarter ahead monthly sales (in units) of product D	24	06/97 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	10
9	Quarter ahead monthly sales (in units) of product E	24	06/97 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	10
10	Quarter ahead monthly sales (in units) of product F	12	04/99 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	8
11	Quarter ahead monthly sales (in units) of product G	12	04/99 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	8
12	Quarter ahead monthly sales (in units) of product H	7	05/99 [11:00 AM-1:00 PM; 4:30 PM-8:00AM]	1 week	8

Table 2: Summary of Forecasts and Errors

Event				AM Predictions			
				Last Trade	Average Last 60% Trade	Average Last 50% Trade	Average Last 40% Trade
1	Outcome	8.770	AM Prediction	9.619	9.092	9.259	9.369
	HP Forecast	None	Tail Prob Truncated	0.040	0.038	0.043	0.041
	% error	None	% error	9.683	3.672	5.571	6.829
2	Outcome	220.000	AM Prediction	234.065	230.136	230.059	230.294
	HP Forecast	249.000	Tail Prob Truncated	0.009	0.008	0.009	0.009
	% error	13.182	% error	6.393	4.607	4.572	4.679
3	Outcome	1152.000	AM Prediction	1766.399	1814.155	1793.875	1781.017
	HP Forecast	1838.000	Tail Prob Truncated	0.010	0.008	0.008	0.008
	% error	59.549	% error	53.333	57.479	55.718	54.602
4	Outcome	1840.000	AM Prediction	1612.891	1695.796	1690.102	1683.273
	HP Forecast	1681.000	Tail Prob Truncated	0.008	0.011	0.011	0.011
	% error	-8.641	% error	-12.343	-7.837	-8.147	-8.518
5	Outcome	2210.000	AM Prediction	1429.839	1526.466	1512.397	1506.579
	HP Forecast	1501.000	Tail Prob Truncated	0.024	0.011	0.011	0.012
	% error	-32.081	% error	-35.301	-30.929	-31.566	-31.829
6	Outcome	128.000	AM Prediction	91.801	96.985	96.592	95.619
	HP Forecast	90.000	Tail Prob Truncated	0.007	0.010	0.010	0.010
	% error	-29.688	% error	-28.280	-24.231	-24.538	-25.297
7	Outcome	2002.000	AM Prediction	1828.000	1855.320	1861.382	1867.697
	HP Forecast	2084.000	Tail Prob Truncated	0.008	0.017	0.018	0.019
	% error	4.096	% error	-8.691	-7.327	-7.024	-6.708
8	Outcome	1788.000	AM Prediction	1728.600	1752.300	1746.033	1755.340
	HP Forecast	1786.000	Tail Prob Truncated	0.008	0.026	0.028	0.021
	% error	-0.112	% error	-3.322	-1.997	-2.347	-1.827
9	Outcome	166.000	AM Prediction	134.886	126.401	124.748	125.515
	HP Forecast	119.000	Tail Prob Truncated	0.027	0.061	0.073	0.076
	% error	-28.313	% error	-18.743	-23.855	-24.850	-24.389
10	Outcome	30.000	AM Prediction	15.178	15.017	15.245	15.150
	HP Forecast	None	Tail Prob Truncated	0.148	0.092	0.073	0.072
	% error	None	% error	-49.407	-49.944	-49.184	-49.498
11	Outcome	10.000	AM Prediction	15.158	15.170	15.308	15.337
	HP Forecast	None	Tail Prob Truncated	0.083	0.082	0.081	0.085
	% error	None	% error	51.583	51.705	53.082	53.368
12	Outcome	17.000	AM Prediction	15.708	14.991	15.281	15.366
	HP Forecast	None	Tail Prob Truncated	0.085	0.054	0.061	0.064
	% error	None	% error	-7.602	-11.818	-10.112	-9.612



Table 3: T-Test Comparison between Market Forecasts and Official Forecasts

Event	Absolute % errors of HP forecasts	Abs % Errors of IAM Predictions					
		Last Interval Ignored			Last Interval Mass at Lower Bound		
		Average last 60% trade	Average last 50% trade	Average last 40% trade	Average last 60% trade	Average last 50% trade	Average last 40% trade
2	13.18%	4.61%	4.57%	4.68%	5.63%	5.68%	5.80%
3	59.55%	57.48%	55.72%	54.60%	59.25%	57.46%	56.32%
4	8.64%	7.84%	8.15%	8.52%	6.45%	6.77%	7.13%
5	32.08%	30.93%	31.57%	31.83%	29.74%	30.33%	30.48%
6	29.69%	24.23%	24.54%	25.30%	22.94%	23.22%	23.93%
7	4.10%	7.33%	7.02%	6.71%	5.35%	4.91%	4.55%
8	0.11%	2.00%	2.35%	1.83%	1.53%	1.39%	1.00%
9	28.31%	23.85%	24.85%	24.39%	17.55%	17.32%	16.54%
T-test P-value		0.079	0.084	0.071	0.034	0.026	0.022

Random variable  $x$  = official error – market error

$H_0$ : mean of  $x=0$

Alternate: mean of  $x>0$

Table 4: Predicting “Above” or “Below” Official Forecasts

Event	Cumulative Probability at Official Forecast	Prediction	Official Forecast	Outcome
1	None	N/A	None	N/A
2	86.50%	down	249	220
3	53.79%	down	1838	1152
4	35.62%	up	1681	1840
5	37.46%	Up	1501	2210
6	40.70%	Up	90	128
7	76.33%	down	2084	2002
8	42.92%	Up	1786	1788
9	26.49%	Up	119	166
10	None	N/A	None	N/A
11	None	N/A	None	N/A
12	None	N/A	None	N/A

**Figure 1: Home Page for Bidder Participating in the Electronic Market Supporting the Information Aggregation Mechanism**

Markets are Closed until October, see the [Announcements](#)

MARKET SUMMARY **September Mid Markets** ID: 1 Tue Mar 26 17:02:36 2002 [RELOAD](#)

Please Select Markets: [September Low](#) [September Mid](#) [September High](#) [Q4 Low](#) [Q4 Mid](#) [Q4 High](#) [All](#)

Market	Your Shares	Best Buy Offer	Best Sell Offer	Last Trade	My Offers	My Trades	Graph	History
<a href="#">SEP-MID-0000-1200</a>	0	10@4	9@9	5	±	●	●	●
<a href="#">SEP-MID-1201-1330</a>	0	10@10	10@14	12	±	●	●	●
<a href="#">SEP-MID-1331-1300</a>	0	10@14	10@22	16	±	●	●	●
<a href="#">SEP-MID-1301-1650</a>	0	10@12	5@28	12	±	●	●	●
<a href="#">SEP-MID-1651-1800</a>	0	20@12	10@39	15	±	●	●	●
<a href="#">SEP-MID-1801-1930</a>	0	10@20	10@41	30	±	●	●	●
<a href="#">SEP-MID-1931-2100</a>	0	20@10	10@28	10	±	●	●	●
<a href="#">SEP-MID-2101-2230</a>	0	25@2	10@34	14	±	●	●	●
<a href="#">SEP-MID-2231-2400</a>	0	30@1	10@8	10	±	●	●	●
<a href="#">SEP-MID-2401-more</a>	0	10@1	10@9	1	±	●	●	●

Your cash on hand is: 0

[Home](#) [Instructions and Help](#) [Announcements, Last Sep 11, 10:00 AM](#) [LOGOUT](#)  
[HP Schedules and Tips](#) [HP Data](#) [Advanced Orders](#) [Graph of All September Mid Markets](#) [Inventory](#) [Personal Trade History](#)

Order Form  
 Buy  Sell  
 Market:   
 Units:  Price:   
 Time to Expire:   
 (e.g. 1h0m5s; 0=never expire)

Marketscape

http://eeps2.caltech.edu/marketscapeHP/vd/047197928668588/public\_html/pages/status\_SEP-MID-0000-1200.shtml

Figures 2A-1L: Distribution Calculated using Last 50% Trades

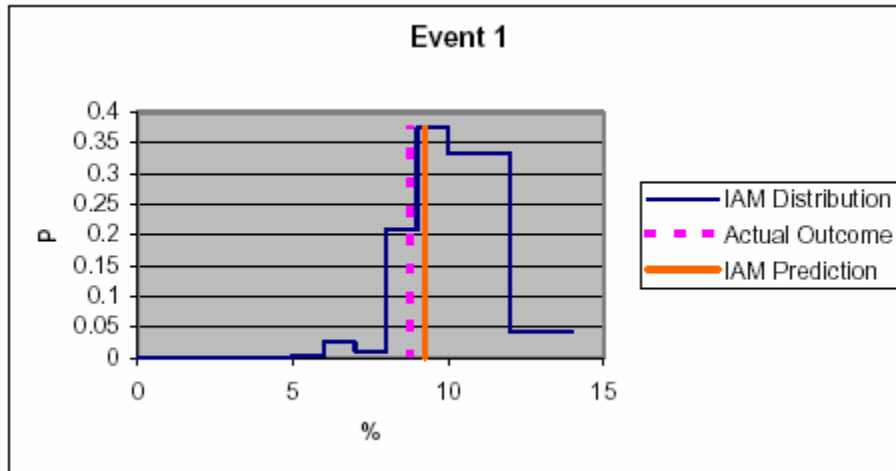


Figura 2A

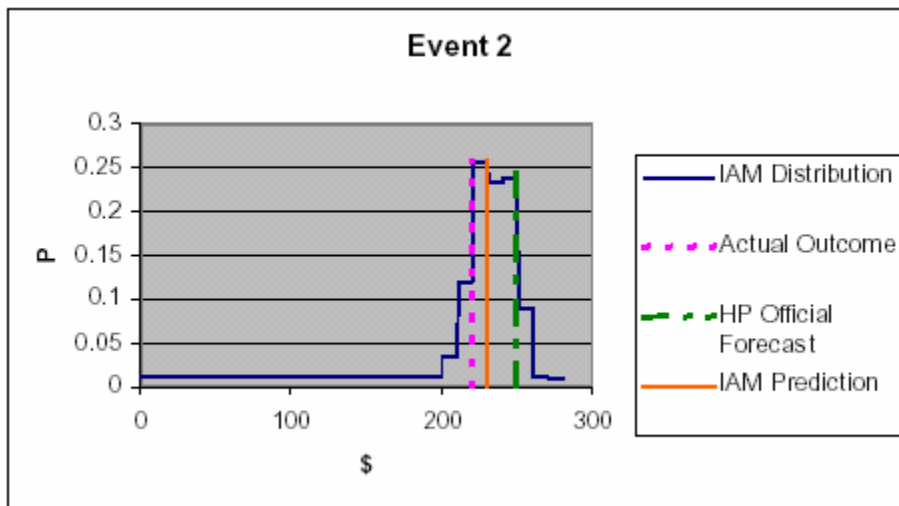


Figura 2B

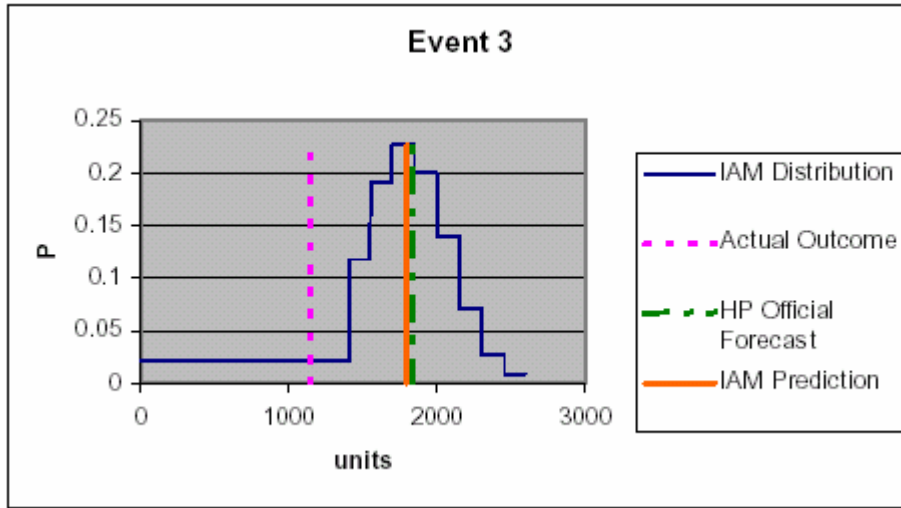


Figura 2C

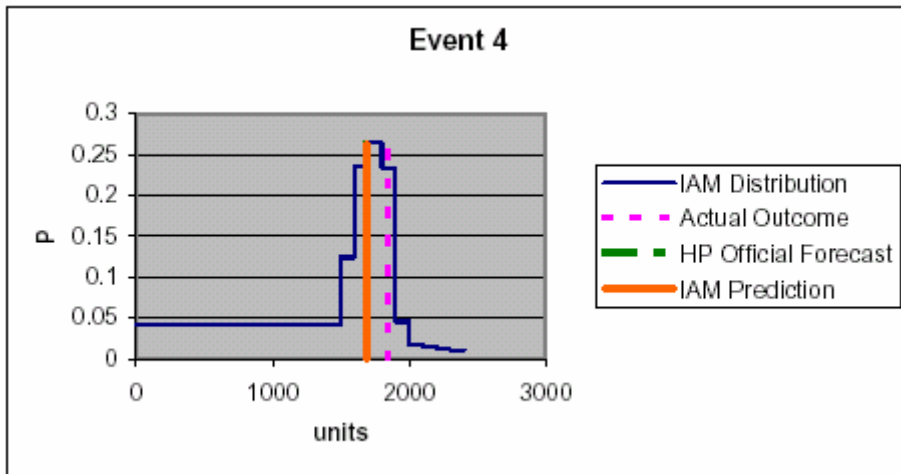


Figura 2D

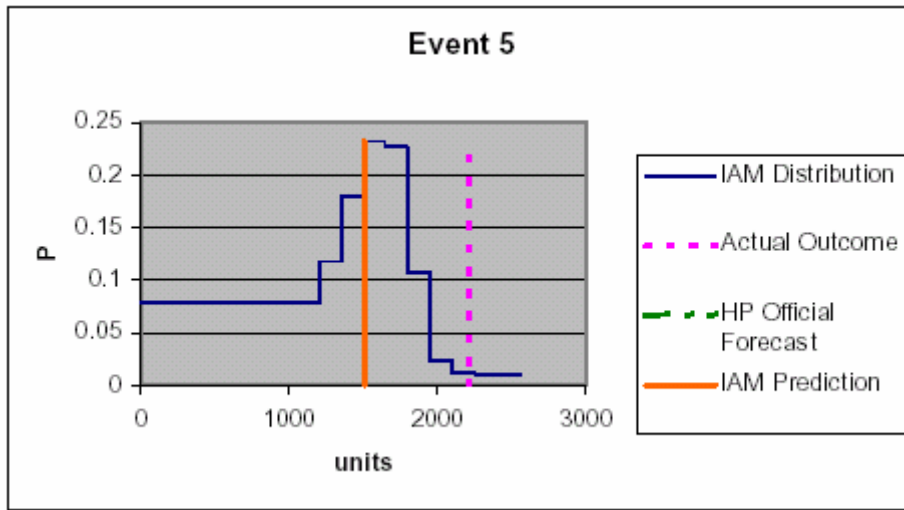


Figura 2E

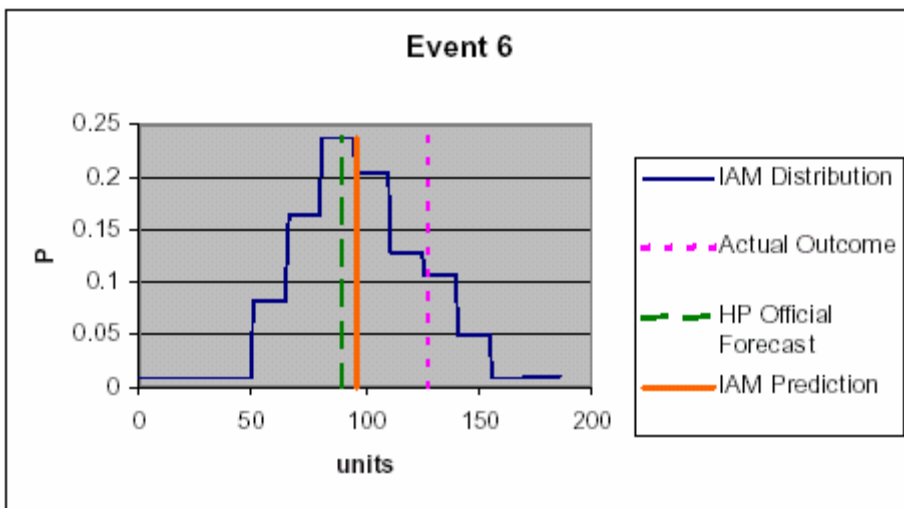


Figura 2F

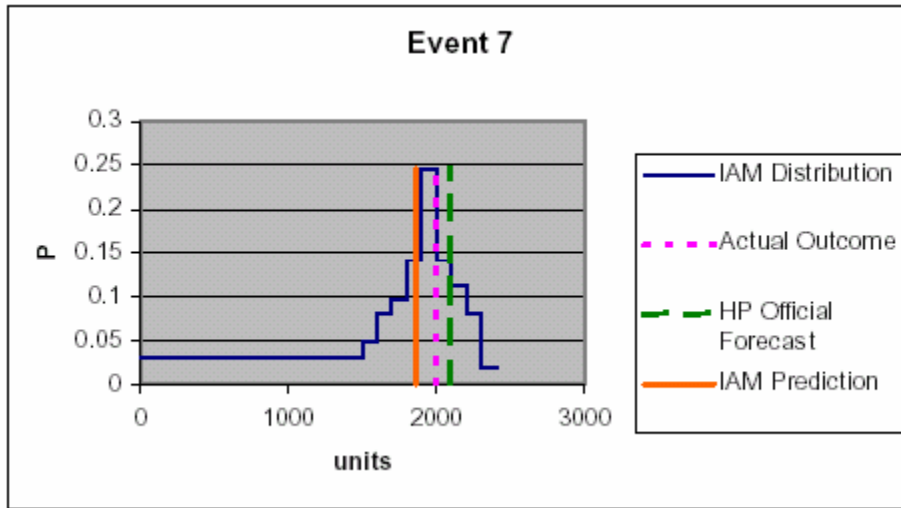


Figura 2G

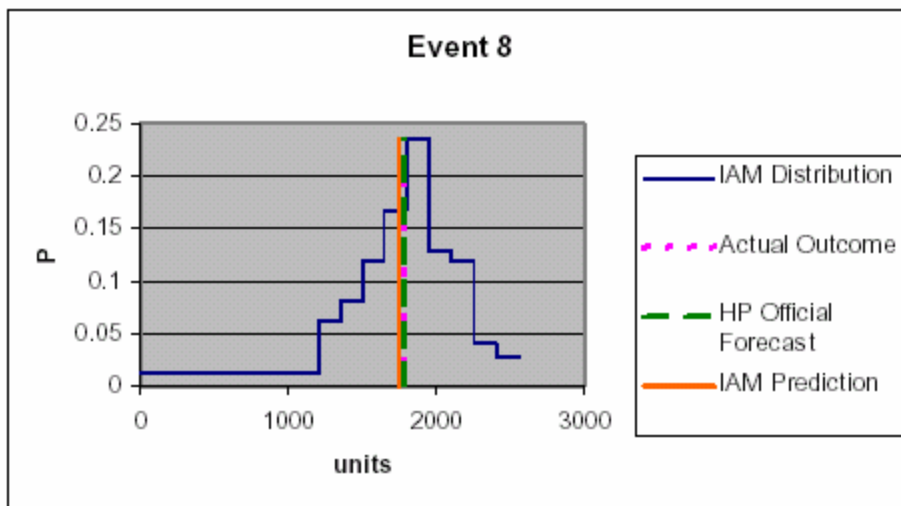


Figura 2H

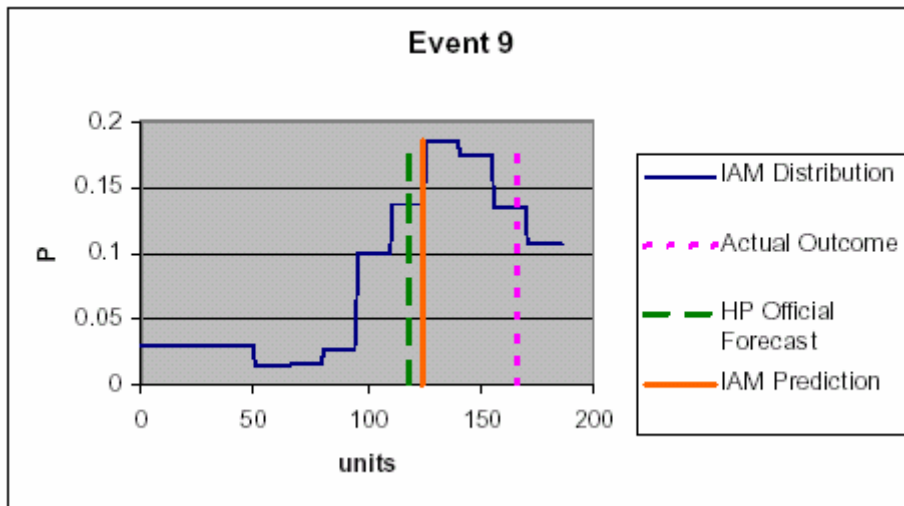


Figura 2I

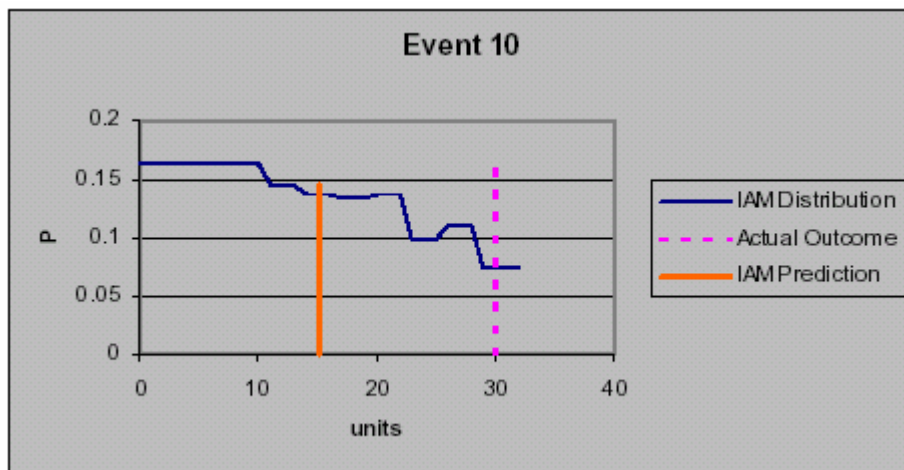


Figura 2J

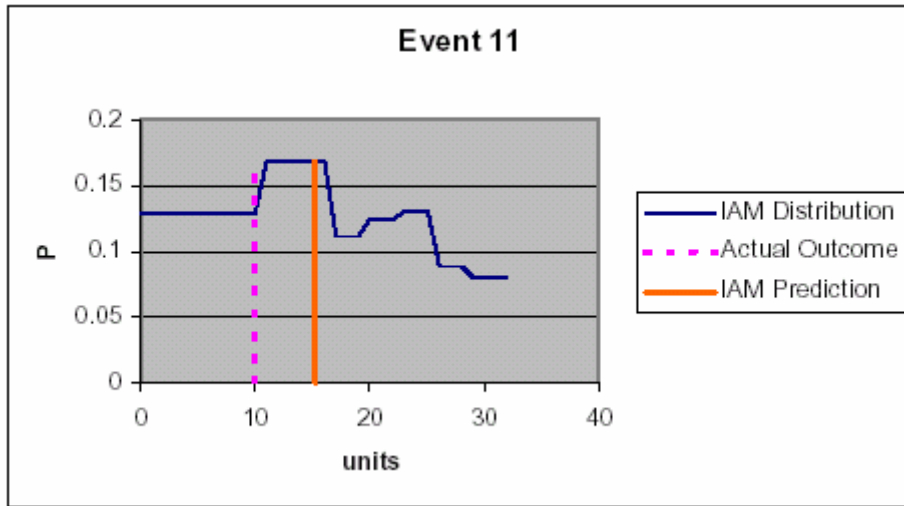


Figura 2K

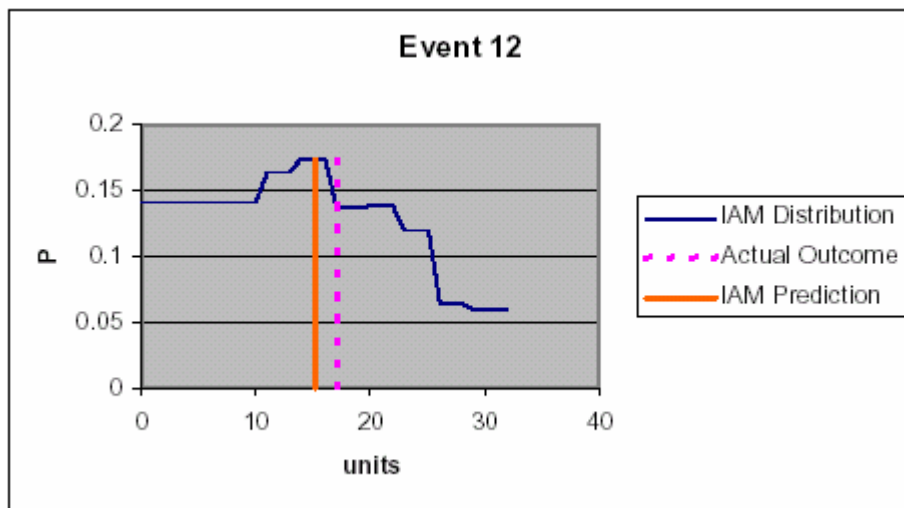


Figura 2L