

## **UNA APLICACIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO A LA TOMA DE DECISIONES EN LOS PROCESOS SOCIALES SURGIDOS DE LOS SERVICIOS BANCARIOS AUTOMATIZADOS**

*Alfredo de la Lama G.\**

### **RESUMEN**

*Con el objeto de mejorar el servicio bancario y optimizar su costo, se logró establecer el número óptimo de cajas automáticas dispensadoras de efectivo que deben operar en una ubicación, mediante una verificación de campo y la aplicación de las teorías del control total de calidad (TQC, por sus siglas en inglés), de probabilidades y del juego.*

**Palabras clave:** control total de calidad, toma de decisiones, teoría del juego, servicios bancarios.

### **Introducción**

La mayor parte de la investigación científica con fines prácticos que se publica regularmente, se refiere al estudio de problemas derivados de las ciencias naturales.

\*Profesor Titular de la Universidad Autónoma Metropolitana.

Los resultados se hacen visibles en la forma de medicamentos, tratamientos, instrumental y materiales, entre otros elementos que ayudan a mejorar la vida de la gente, sea de manera directa o indirecta.

Uno podría preguntarse si un estudio relacionado con la banca puede tener por lo menos una parte de la relevancia de que gozan las investigaciones surgidas de las ciencias naturales. Sin embargo, cuando estamos frente a un apuro económico y necesitamos efectivo, penamos de una a otra caja automática y constatamos su ineffectividad y la pérdida de tiempo que esto implica; si a estas contrariedades sumamos el tiempo perdido por una gran cantidad de personas que repiten esta misma acción, nos percatamos de la importancia del planteamiento y solución de problemas de esta índole mediante métodos generales que recurren a los procedimientos, instrumentos, técnicas y conceptos de la ciencia.

Uno de los sistemas bancarios más socorridos por una población urbana creciente son los dispensadores automáticos de efectivo,<sup>1</sup> que en México pasaron en seis años de 4,403 (febrero de 1993) a 14,305 (diciembre de 1999). Y aunque este explosivo crecimiento no ha mantenido este ritmo, sí es posible suponer que el número de personas que recurre a ellos es cada día mayor, dado que ahora muchos empleados e incluso obreros reciben sus salarios mediante abonos a sus cuentas de débito.

Para sus asiduos visitantes, estas cajas automáticas se han convertido en un sitio de obligada asistencia por lo menos dos o tres veces por semana, en una acción casi tan regular como lo es ir a comprar el diario, la leche o los cigarrillos. Este sistema pretende que las transacciones bancarias se agilicen y que haya ahorros de tiempo notables al evitar el ingreso a las sucursales bancarias.

Para las instituciones bancarias, este esfuerzo por modernizarse ha implicado inversiones cuantiosas y un sistema de mantenimiento considerable. Se podría suponer, dados los costos que implica su instalación y puesta en uso, que obedece a cuidadosos estudios de mercado y de factibilidad financiera. Sin embargo, no

<sup>1</sup>Se les conoce también como *automatic teller machine* o ATM.

deja de llamar la atención que las ubicaciones que agrupan a estas sofisticadas máquinas concentran un número variable de las mismas.

Por ejemplo, en febrero de 1991 uno de los bancos más importantes tenía en la zona metropolitana de la ciudad de México 234 cajas en 118 ubicaciones distribuidas como se observa en la tabla 1.

Tabla 1

Ubicaciones de:	Total de ubicaciones	Total de cajas	% de cajas por ubicación
1 caja	47	47	20.1
2 cajas	42	84	35.9
3 cajas	23	69	29.5
4 cajas	1	4	1.7
5 cajas	2	10	4.3
6 cajas	1	6	2.6
7 cajas	2	14	5.9
Total	118	234	100

En la tabla puede apreciarse una distribución variable de cajas automáticas por módulo instalado. Podría suponerse que estas diferencias se debían a las diferencias en la demanda del servicio. Por ejemplo, sería de esperar que asistiera un mayor número de clientes a las cajas automáticas de Plaza Satélite que a la ubicada en la ciudad de Texcoco. Sin embargo, en muchas otras localizaciones la cantidad de aparatos no coincidía necesariamente con la demanda de sus servicios.

De esta manera, saltaba a la vista que la calidad del servicio ofrecido por una misma institución era muy desigual y estaba relacionada con el número de cajeros automáticos instalados en cada módulo, pues el usuario percibe que mientras más cajas automáticas haya en una ubicación, más posibilidades tiene de encontrar el servicio buscado. Esto nos lleva a plantear otro problema, el referente a la estrategia para ubicar dichos sistemas en una ciudad.

Toda política estratégica de implantación de dichas cajas automáticas en una población encierra el problema de la escasez de recursos, que implica sacrificar una de las siguientes alternativas: multiplicar el número de locales que tienen dichos dispositivos o aumentar el número de dispositivos dentro de cada módulo.

Un observador acucioso de estos fenómenos puede preguntarse si existe una combinación de cajas óptima que equilibre el esfuerzo por ampliar la cobertura geográfica del servicio con el de ofrecer el mejor servicio financiero posible.

Derivada de este problema se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el número óptimo de cajas dispensadoras de efectivo que deben operar en una ubicación?

### **Hipótesis**

Existe la creencia de que las entidades bancarias deberían resolver de antemano este tipo de problemas. Sin embargo, esta combinación o confrontación de intereses (calidad del servicio y costos) no había aparecido de manera natural en el proceso de administración “normal” de las empresas mexicanas que operaban dichos sistemas desde hacía 30 años, es decir, desde que los cajeros automáticos hicieron su aparición. La razón de ello era que hasta ese momento el compromiso por satisfacer a la clientela no era claro ni representaba una verdadera prioridad para la dirección de dichas instituciones.

Sólo una de estas instituciones, de todas las que operaban con estos instrumentos, mostró un compromiso explícito con la clientela al hacer público el propósito de dar servicio las 24 horas durante los 365 días del año.<sup>2</sup> Sin embargo, en la práctica carecía de disposición e instrumentos para hacer efectiva dicha promesa. Su sistema de medición se enfocaba a evaluar la velocidad de respuesta de la computadora; pero, como sucede en las grandes empresas, los operadores medían sólo lo que les convenía. De esta manera, el sistema garantizaba una eficiencia similar a los del primer mundo.

Lo que permitió problematizar una situación así y encontrarle una solución científica, es decir, objetiva y racional, y por ende verificable, fue un cambio de perspectiva de las funciones bancarias.

<sup>2</sup> Esta institución fue Banamex.

Las nuevas teorías administrativas que enfocaban la calidad del producto en función de las necesidades del cliente eran poco conocidas en el medio financiero, y las que se aplicaban se centraban más en el aspecto del voluntarismo gerencial antes que en las razones expuestas por los teóricos de la llamada teoría del control total de calidad (TQC, por su siglas en inglés) impulsada por J.M. Juran (1990, pp. 11-12).

La originalidad e importancia de la teoría de TQC proviene de conjuntar una serie de elementos aparentemente desligados como son la cultura empresarial de la empresa, la movilización efectiva de todos los miembros de la planta (que es el reto mayor) y la aplicación del método científico a todo el proceso económico, desde los proveedores hasta el producto final, pasando por las labores de diseño y planeación estratégica (J. Palavicini, 1990, p. 7).

Todo lo anterior busca hacer coincidir los esfuerzos principales de una empresa alrededor de la idea de que el producto o servicio creado debe satisfacer las necesidades del consumidor (Ishikawa, 1985, pp. 17-18).

La idea parte de un principio aparentemente sencillo: lo que el cliente establece como importante es la calidad. En el caso del cajero automático, lo relevante es que haga la operación bancaria deseada.

Por tanto, la satisfacción de esta necesidad se sustenta en un dispositivo electrónico que tiene como función principal entregar dinero a cambio de una orden electrónica que producirá un pagaré a cargo de la cuenta de la persona que lo solicite, si la transacción es a base de crédito. Si la operación se hace con una tarjeta de débito, entonces se produce un descuento a dicha cuenta.

Lo que el cliente espera de esta clase de instrumentos es que cuando se encuentre frente al aparato éste le proporcione el servicio esperado. Se desprende de ello que si la caja automática no está en funciones o sólo hace alguno de los servicios ofrecidos, entonces el sistema no hace su trabajo.<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Las ATM también ofrecen otros servicios, como consulta de saldos, transferencias de fondos entre cuentas y cambio de la firma digitalizada.

Es de esperar que el cliente, al no recibir el servicio financiero demandado, sufra una fuerte frustración, sienta haber perdido su tiempo y manifieste inseguridad frente a la próxima vez que demande este servicio, máxime si se trata de un retiro de efectivo y si se hace cuando el sistema bancario normal no está abierto.

Sin embargo, el cumplimiento del servicio bancario dependerá no de la caja en sí, sino del número de cajas que contenga la ubicación especializada. Esto es, entre más cajas automáticas tenga la ubicación, habrá más probabilidades de satisfacer el compromiso de la institución oferente con sus clientes. Esto será cierto siempre y cuando la falla sea imputable a una caja en particular y no a la totalidad del sistema electrónico.

Por tanto suponemos que, al menos en su mayor parte, las fallas en las ATM son de carácter independiente. Sin embargo, existen fallas que afectan el sistema, es decir, el conjunto de todas las cajas del sistema automatizado, al mismo tiempo. No obstante, ello no afecta los resultados del estudio –como podrá apreciarse en nuestro apartado de recomendaciones–, aunque reduce la probabilidad de cumplir con el servicio ofrecido.

Por tanto, si la gerencia de un sistema bancario automático entiende que lo manifestado en la publicidad es un auténtico compromiso con su clientela, entonces la calidad expresada en dicha publicidad deberá convertirse en la máxima prioridad de la empresa. En otras palabras, significa que la Dirección debe hacer conciencia de su compromiso. Ello significa asimilar que el propósito es *real* y que el compromiso debe ser *efectivo*, como afirma E. Deming (1989, p. 305).

Este compromiso deberá ser impulsado, sostenido y practicado por la Dirección. Sólo si ellos cumplen entonces los proveedores, los sindicatos, el *staff* y los operarios contribuirán a la productividad en vez de interferir con ella. Sólo una movilización que vaya de arriba hacia abajo en la jerarquía permitirá al resto de la organización tomar en serio el papel de la calidad.

Es gracias al compromiso establecido y practicado que la empresa se encontrará en posibilidad de capitalizar su recurso competitivo principal: *las personas*. Deming (1989, p.16) .

Por tanto, si la promesa que la empresa hace a sus clientes quiere sustentarse en hechos y no sólo en simple propaganda, deberá convertir los eslogans en un compromiso real con la calidad. Lo anterior nos lleva a plantear la siguiente hipótesis general:

Ho1. La medida en que el sistema bancario satisface la promesa principal hecha al usuario de cajas automáticas dispensadoras de efectivo y que consiste en ofrecer ese servicio bancario las 24 horas durante 365 días del año, se encuentra determinada por el número de dispositivos que contiene el módulo visitado por el cliente.

Esta medida se sustenta en las siguientes cuatro hipótesis operacionales:

Ho2. La calidad del servicio está dada por la probabilidad que tiene el sistema de brindar el servicio ofrecido;

Ho3. También por el conjunto de probabilidades de cada caja que tenga la ubicación visitada por el cliente;

Ho4. Porque la falla ocasional del servicio bancario de las cajas automáticas se debe principalmente a problemas de cada dispositivo y no a caídas generales del sistema; y

Ho5. Porque los costos ejercen presión para limitar el número de dispositivos automáticos de efectivo por módulo.

## **Método**

A primera vista el problema parece resuelto porque entre más cajas automáticas se instalen en un módulo, mayor será la calidad ofrecida. Sin embargo, de inmediato se aprecia una limitante, dado que por cada caja adicional que se instale en un módulo los costos se incrementarán linealmente; es decir, en tanto que un módulo de una caja cuesta (X), introducir otra caja costará (2X) y la tercera tendrá un costo de (3X), etc. El fenómeno se manifiesta de esta manera porque los dispositivos automáticos concentran el mayor valor dentro del módulo

(el costo de cada dispositivo automático puede variar entre 10,000 y 20,000 dólares).

En consecuencia, el número óptimo de cajas automáticas por ubicación se debe estimar combinando la probabilidad más alta para dar el servicio al menor costo posible. Es una cuestión relevante porque la dirección de la empresa se enfrenta a dos intereses estratégicos opuestos: por un lado, el compromiso de cumplir lo mejor que se pueda la promesa hecha a sus clientes; y por el otro, hacerlo al menor costo posible.

El problema se resolvió aplicando varios procedimientos y combinándolos. El primer método consistió en efectuar una prueba para determinar en qué *medida* se cumple la definición operacional de lo que denominamos “ofrecer un servicio bancario de calidad a través de un sistema automatizado”: es *la probabilidad de que un cliente encuentre en funcionamiento un cajero automático a cualquier hora del día*.

Esto significó hacer una medición empírica que simuló a un cliente que demandaba, a cualquier hora del día, el servicio de una caja automática de efectivo. Si el usuario logró su objetivo se anotó una “e” (éxito), y si el dispositivo no estuvo disponible se consignó una “f” (fracaso). El total de los casos de la prueba fue “n”. El indicador total de éxitos y fracasos fue igual a uno, por lo que la notación se expresó de la siguiente manera:

$$1 = (e + f)$$

Por tanto, la probabilidad que tiene un cliente de ir a un módulo del banco seleccionado y efectuar una exitosa operación ( $P_e$ ) quedaría expresada de la siguiente manera (Young y Veldman, 1994, p. 139):

$$P_r(e) = e/n$$

Es decir, la probabilidad del evento “e” es igual al número de eventos “e” dividido entre el total de eventos.



Los cajeros automáticos y módulos verificados se seleccionaron a través de un muestreo aleatorio e independiente del total de cajeros automáticos de una conocida institución bancaria (División de Calidad, Banamex, 1991) que ofrecían servicio al público en el área metropolitana de la ciudad de México. Este tipo de verificación es la técnica más estricta que se conoce hasta ahora en la teoría de probabilidades (Young y Veldman, 2001, p. 141), por lo que permite suponer que se alcanzó una alta representatividad del fenómeno analizado.

Se planearon 406 verificaciones, durante siete días, de los 118 módulos del sistema de cajas automáticas dispensadoras de efectivo, 234 en total, que daban atención al cliente externo (no incluyó ATM instaladas en el interior de la propia institución). En la práctica se realizaron 402 verificaciones.

El trabajo fue desempeñado por personal ajeno al sistema bancario, previamente capacitado para la tarea y supervisado a través de las boletas impresas que el sistema entrega al usuario después de efectuado el servicio.

Para probar la efectividad de las cajas automáticas se utilizaron diversas tarjetas bancarias de prueba de un mismo emisor. Si el sistema estaba dispuesto a realizar todas las operaciones demandadas, entonces se anotó un “éxito”; si el sistema se negaba a dar el servicio por cualquier razón, se anotó un “fracaso”.

La selección de las cajas automáticas se hizo de la siguiente manera: se obtuvo la lista de cajas instaladas en la ciudad de México de la institución mencionada. Se numeró cada una de las cajas y se procedió a seleccionar 406 ATM mediante números aleatorios.

Dicha muestra se dividió en siete listas, por lo que diariamente se verificaron 57 cajas durante una semana completa. Si una caja era seleccionada dos veces el mismo día, entonces se procedía a repetir el resultado de la primera medición en un segundo protocolo. Pero si una misma caja se seleccionaba en diferentes días, sus verificaciones eran independientes.

En las ubicaciones donde existían más de dos cajas, se procedió a numerar éstas de antemano, considerando a la que estuviera a mano derecha como la

primera y así sucesivamente. De esta manera se evitó que el verificador escogiera a su gusto las cajas.

El verificados utilizó, además de su tarjeta de prueba, un protocolo que además de registrar las verificaciones efectuadas evaluaba otros aspectos, como limpieza, iluminación, seguridad, etc. Para los fines de esta investigación, en el anexo pueden verse las preguntas referidas al comportamiento de la caja automatizada.

Una vez realizado el trabajo de campo, que se efectuó entre el 6 y el 12 de febrero de 1991, y establecida la frecuencia de aciertos y fallos de la muestra (véase la Tabla 2), se procedió a llevar a cabo un segundo paso metodológico para determinar el número óptimo de cajas por ubicación.

El lector del presente artículo debe tomar en consideración que todo cliente que asiste a un módulo o ubicación del tipo descrito y que tenga más de una caja automática está en opción de tomar dos decisiones:

- Elegir una de las cajas que existen en la ubicación. En ello interviene la interjección “o”; es decir, puede seleccionar esta caja “o” la otra, “o” bien una tercera, si la hubiera.
- Seleccionar otra caja si la que eligió en un principio no pudiera dar el servicio demandado. En ello interviene la interjección “y”; es decir, el cliente puede haber recurrido a una caja que no sirviera “y” después ir a otra(s) hasta obtener el servicio, o pasar por todas las cajas automáticas.

El hecho de que para este tipo de problemas se puedan aplicar las conjunciones “o”, “y” nos permitió acercarnos a la teoría de probabilidades para responder de manera cuantitativa a nuestras hipótesis.

En efecto, a cada una de las conjunciones mencionadas corresponde una de las dos leyes de la teoría de la probabilidad, la aditiva y la multiplicativa (Young y Veldman, 1994, pp. 139-141). La primera se utiliza en situaciones donde la palabra “o” relaciona los eventos. La segunda se refiere a situaciones donde la palabra “y” los une.

En este tipo de experiencias el reto es aplicar ambas leyes, dado que lo que interesa al cliente es la probabilidad de encontrar, en un módulo de dos o más dispositivos electrónicos, por lo menos una caja en servicio.

Sin embargo, los resultados encontrados en relación con el servicio tienen sus limitaciones. Ello se debió a que no fue posible diferenciar cuándo la falla era de origen particular y cuándo era porque todo el sistema estaba afectado. Esta situación reduce la probabilidad global de las ubicaciones con dos o más cajas, dado que, cuando la falla es global, las cajas adicionales en el módulo resultan inútiles para mejorar el servicio.

Sin embargo, la validez de las conclusiones no se alteró, como lo mostró el desarrollo del análisis (véase el apartado “Observaciones al margen”).

Para completar esta investigación fue necesario reconocer que los resultados ofrecidos por la teoría de probabilidades, aunque importantes, no eran suficientes para establecer las conclusiones. De antemano se podía suponer que entre más ATM contenga un módulo, la calidad del servicio tenderá a mejorar si las fallas se atribuyen en forma exclusiva a los dispensadores. Era necesario encontrar un límite razonable a esta cuestión.

El límite a esta interrogante lo ofrecieron los costos. Debía acontecer en algún momento que la siguiente caja automática ubicada en el mismo módulo no resultara tan redituable como la anterior en términos de calidad. De esta manera teníamos dos factores que entraban en conflicto: la calidad del servicio, expresada en la probabilidad de obtener el servicio bancario ofrecido; y el precio de cada nueva unidad, manifestado por un crecimiento aritmético.

La solución a ese conflicto se resolvió a partir de un sistema de toma de decisiones llamado “Teoría del juego”, creado por el matemático John Neumann, quien en 1928 demostró el teorema básico del minimax (Davis, 1986, p. 11), diseñado precisamente para atacar problemas de ciencias sociales. Morgenstern (Davis, 1986, p. 12) dice lo siguiente: “Debemos dar precisión a términos tales como utilidad, información, comportamiento óptimo, estrategia, pago, equilibrio, regateo y muchos más. La teoría de juegos de estrategia desarrolla nociones

rigurosas para todos ellos, capacitándonos así para examinar la asombrosa complejidad de la sociedad bajo una luz totalmente nueva”.

Los resultados de nuestras pesquisas se encuentran en el siguiente apartado.

### Hallazgos

Inicialmente presentamos los resultados del muestreo realizado al universo de ATM ubicados en la ciudad de México (véase la Tabla 2).

Tabla 2

La tabla muestra la proporción de cajas de una institución bancaria en funcionamiento en la zona metropolitana de la ciudad de México, en febrero de 1991.		
Respuestas a la pregunta 11. ¿Funcionaban todos los servicios de la caja seleccionada?		
Respuestas	Verificaciones	Porcentaje
Si, todos los servicios	328	81.59204
No, fallaron todos o alguno de los servicios	74	18.40796
Total	402	100.0000

Como puede observarse, los resultados de la verificación mostraron que en este sistema bancario en particular, un cliente lograba realizar el servicio bancario solicitado en cuatro de cada cinco intentos. Es decir que si una persona demanda tres veces a la semana este servicio bancario, alrededor de una vez cada dos semanas no conseguía obtener lo que buscaba. Una situación claramente desafortunada.

Para seguir con nuestra investigación y medir la calidad, era necesario traducir el resultado empírico anterior en proposiciones de probabilidad. La siguiente tabla nos muestra la transformación de los resultados de la verificación anterior, en un sistema de medición a través de probabilidades.

Tabla 3

¿Funciona la caja automática?		
Respuestas	Notación	Probabilidad
Si, todos los servicios	“S”	.8159204
No, ninguno, o falló alguno	“N”	.1840796
Total		1.000000

“S” equivale a: Sí dio el servicio. “N” equivale a: No dio el servicio.

La tabla 3 muestra la probabilidad de llegar a una caja automática, para un módulo de una sola caja. El usuario se encuentra frente a sólo dos posibilidades o *combinaciones* posibles: la caja funciona o no. Como se puede apreciar, en este caso la calidad del servicio resulta igual a la calidad de todo el sistema automatizado.

¿Qué pasa si agregamos otra caja a una ubicación, es decir, si creamos una módulo con dos cajas? ¿En qué medida mejora la calidad, si es que mejora? Las respuestas teóricas a estas preguntas se responden en la tabla 4.

Tabla 4

Tabla que muestra la probabilidad de llegar a una caja automática en servicio para un módulo de 2 cajas automáticas.			
UBICACIÓN CON DOS ATM EN OPERACIÓN			
Posibles Combinaciones	ATM		Probabilidad
	En servicio	Sin servicio	
N,N		0.0338853	0.0338853
N,S	0.1501943		0.1501943
S,N	0.1501943		0.1501943
S,S	0.6657261		0.6657261
Total	0.9661147	0.0338853	1.0000

“S” equivale a: Sí dio el servicio. “N” equivale a: No dio el servicio.

Como se puede apreciar, en este caso el cliente puede encontrarse frente a cuatro situaciones posibles. Las nuevas probabilidades para esta ubicación resultan de multiplicar la probabilidad de ocurrencia de cada evento (conjunción *y*) por las combinaciones que pueden ocurrir (conjunción *o*).

La manera de calcular cada combinación se da en el siguiente ejemplo: la segunda combinación o posibilidad es N,S; es decir que el usuario, al ingresar a un módulo, se encuentra con que el primer dispositivo no da servicio y después otro que sí lo da. Por tanto, la probabilidad de ese evento es  $N = .19$  y  $S = .81$ ; entonces N,S es igual a  $(.19)(.81) = 0.1501943$ , es decir, 15 por ciento.

En consecuencia, la tabla 4 muestra que en una ubicación de dos cajas automáticas existen cuatro combinaciones posibles a las que se puede enfrentar un cliente. De ellas, sólo una *no* puede ofrecer un servicio integral al cliente (la primera: N,N) y su probabilidad es de 0.0338853, o sea 3.4 por ciento.

La tabla 5 nos plantea la situación en que un cliente llega a un módulo de tres cajas automáticas. Ya sabemos que, en términos generales, la calidad del servicio debe mejorar; veamos en qué medida lo hace.

En primer lugar, observamos que el número de posibilidades o combinaciones que puede encontrar un cliente aumenta al doble (ocho) en comparación con la situación en que hay dos módulos. Sin embargo, el problema del usuario, que es no encontrar el servicio demandado, sigue siendo de una sola combinación (N,N,N). En el resto de las combinaciones, alguna le beneficia.

Tabla 5

Tabla que muestra la probabilidad de llegar a una ubicación de tres cajas automáticas y obtener el servicio demandado.

UBICACIÓN CON TRES ATM EN OPERACIÓN

Posibles Combinaciones	ATM		Total
	En servicio	Sin servicio	
N,N,N		0.00623759	0.006238
N,N,S	0.02764771		0.027648
N,S,S	0.12254659		0.122547
S,S,S	0.54317951		0.543180
N,S,N	0.02764771		0.027648
S,S,N	0.12254659		0.122547
S,N,N	0.02764771		0.027648
S,N,S	0.12254659		0.122547
	0.99376241	0.00623759	1.000000

“S” equivale a: Si dio el servicio. “N” equivale a: No dio el servicio.

En la clase de módulos presentados en la tabla 5 (tres cajas automáticas por módulo), la probabilidad de fracasar en el intento por obtener el servicio bancario deseado será de .006238, es decir, del 0.6 por ciento. Poco más de medio punto porcentual.

Sólo por curiosidad procedimos a medir la probabilidad de obtener un servicio financiero cuando el módulo contiene cuatro cajas automáticas; el resultado se puede observar en la tabla 6.

Tabla 6

Tabla que muestra la probabilidad de llegar a una ubicación de cuatro cajas automáticas y obtener el servicio demandado.			
<b>Ubicación con cuatro cajas automáticas</b>			
Combinaciones	En servicio	Sin servicio	Total
N,N,N,N		0.00114821	0.00114821
S,N,N,N	0.00508938		0.00508938
S,N,N,S	0.02255833		0.02255833
S,N,S,N	0.02255833		0.02255833
S,N,S,S	0.09998827		0.09998827
S,S,N,N	0.02255833		0.02255833
S,S,N,S	0.09998827		0.09998827
S,S,S,N	0.09998827		0.09998827
N,S,N,N	0.00508938		0.00508938
N,S,N,S	0.02255833		0.02255833
N,S,S,N	0.02255833		0.02255833
N,S,S,S	0.09998827		0.09998827
N,N,S,N	0.00508938		0.00508938
N,N,S,S	0.02255833		0.02255833
N,N,N,S	0.00508938		0.00508938
S,S,S,S	0.44319124		0.44319124
Total	0.99885179	0.00114821	1.00000000

“S” equivale a: Sí dio el servicio. “N” equivale a: No dio el servicio.

De 16 combinaciones posibles, sólo hay una que no favorece al cliente (N,N,N,N) y cuya probabilidad es igual a 0.00114821; en términos de proporción, esta probabilidad es igual a 0.1, es decir, una décima de punto porcentual.

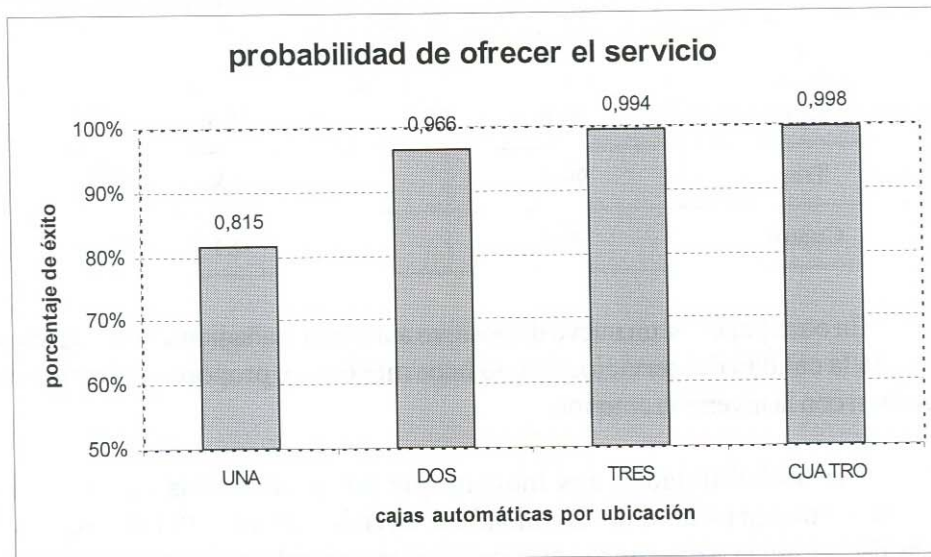
No es necesario seguir elaborando tablas de probabilidades para módulos de más de cuatro cajas a fin de comprender algo que la gente que depende de estos sistemas para realizar sus pagos cotidianos o retirar dinero sabe por experiencia: que hay más posibilidades de lograr el servicio deseado si existen más cajas en el módulo.

En la gráfica 1 se presenta una visión de conjunto del comportamiento de los módulos bancarios.



Gráfica 1

Comportamiento del servicio de acuerdo al número de cajas automáticas que tiene una ubicación o módulo.



Como puede observarse en la gráfica 1, la probabilidad de recibir el servicio demandado aumenta de acuerdo con la cantidad de cajas automáticas instaladas en la ubicación. Sin embargo, la diferencia entre las probabilidades disminuye más que proporcionalmente en la medida en que haya más cajas automáticas, algo parecido a lo que los economistas llaman rendimientos decrecientes, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

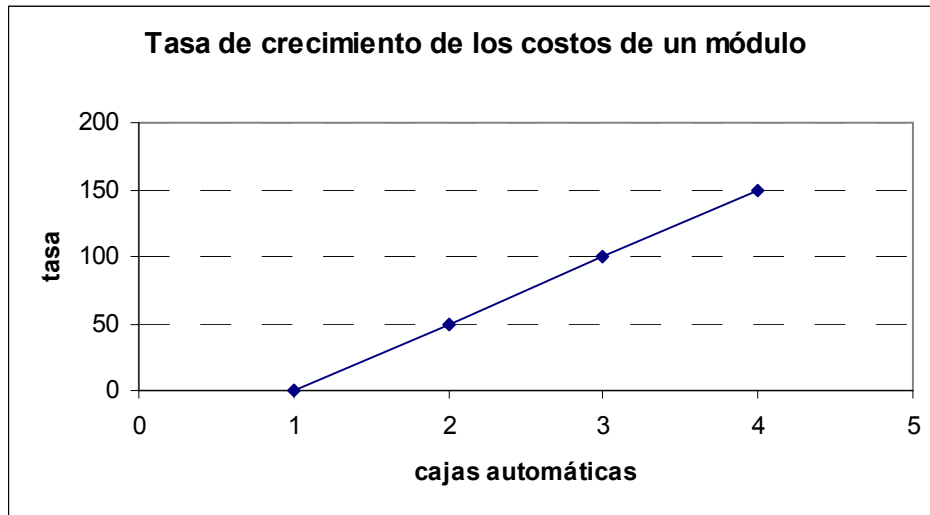
Cajas automáticas	Calidad esperada %	Incremento % con respecto a la caja anterior
Una	81.5	81.5
Dos	96.6	15.1
Tres	99.4	2.8
Cuatro	99.4	0.4

En otras palabras, un nuevo dispositivo automático añadido a una ubicación mejora la calidad del servicio, pero lo hace menos que proporcionalmente en relación con la inversión anterior.

Las probabilidades nos indican que entre más cajas automáticas concentremos en un módulo, la calidad del servicio mejorará. Por otra parte, el sentido común nos dice que si el servicio sólo dependiera de esa variable no habría límites para agrupar cajas en un módulo, lo que resultaría a todas luces absurdo. Por tanto, necesitamos otro criterio además del probabilístico que nos permita establecer un límite provechoso para una solución estratégica empresarial de este tipo.

La respuesta se encuentra en la teoría del juego (Davis, 1986). Esta teoría plantea que en las ciencias sociales, a diferencia de las naturales, podemos encontrar contradicciones o conflictos de intereses entre diferentes alternativas. En este caso, lo que se opone a seguir acumulando dispositivos automáticos en un solo e inmenso módulo son los costos. Como ya señalamos, los costos de un módulo se ven afectados directamente por el número de dispositivos instalados, y tiene una función lineal, ascendente como, lo muestra la gráfica 2.

Gráfica 2



El costo de la segunda caja en un módulo cuesta 50% más que si sólo hubiera una. El costo de una tercera es 100% superior, y 150% si la unidad tiene cuatro, en relación con el módulo de un solo dispositivo.

Así pues, tenemos dos funciones: la primera es la calidad del servicio proporcionado al usuario, que se expresa con un rendimiento positivo pero proporcionalmente decreciente; la segunda son los costos que siguen un crecimiento lineal ilimitado.

El resultado de mezclar ambas condiciones nos lleva a la tabla 7.

Tabla 7

Costos por dispositivo (dls.)	Crecimiento de los costos	Crecimiento de la calidad del servicio
20,000	-	81.5%
30,000	50%	96.6%
40,000	100%	99.4%
50,000	150%	99.8%

En la tabla 7 se puede apreciar que la inversión del módulo de una ATM es de 20,000 dólares. La mitad corresponde al dispensador y el resto constituye el espacio físico y la conexión con el sistema y otros elementos secundarios. La instalación de los siguientes dispositivos depende en gran medida del valor de los aparatos introducidos, y sólo en forma marginal de los costos de las adecuaciones; por tanto, cada vez que se introduce una nueva ATM los costos crecen constantemente (alrededor de 50%) con respecto a la inversión inicial.

Por otra parte, la calidad aumenta a medida que se incrementan las ATM. Sin embargo, en proporción esa mejoría disminuye y nunca llegará a 100 por ciento.

El análisis anterior nos permite arribar a las conclusiones del estudio.

### **Conclusiones**

No existe una respuesta definitiva a la cuestión de cuál es el número óptimo de cajas automáticas que deben operar en una ubicación, dado que la respuesta depende de la eficiencia de cada sistema bancario automático en el tiempo, y del hecho de que la calidad del servicio aumenta con cada ATM que se instale en cada módulo.

Sin embargo, si se toman en cuenta tanto la calidad del servicio que existía en el momento en que se hizo la investigación empírica, como el papel de los costos y el hecho de que resulta deseable establecer una política racional y equilibrada entre la cobertura geográfica y la mejora del servicio, es posible afirmar que *el número recomendable de cajas por ubicación, en función del propósito de brindar el mejor servicio al menor costo posible, es de DOS cajeros automáticos por ubicación.*

Lo anterior es porque al ofrecer el servicio el 96.6% de los casos, es decir, una falla por cada treinta visitas al módulo, crea un margen de no calidad que puede ser tolerado por la mayoría de los clientes, a diferencia de una ubicación de una sola caja; y porque la diferencia de calidad con la tercera caja es de sólo 2.8%, que como se observa es sólo una ganancia marginal.

## Recomendaciones

Las ubicaciones de tres cajeros o más sólo serían recomendables si la institución encontrara válidos nuevos conceptos de calidad para atacar el mercado; descubrir, por ejemplo, que la velocidad de atención fuera un elemento significativo en la preferencia del cliente. Entonces, instalar más de dos cajas automáticas en una ubicación sería recomendable cuando los tiempos de espera rebasaran la norma de calidad vigente.

En la medida en que mejore el servicio ofrecido por los cajeros automáticos, es decir, conforme aumente la probabilidad de encontrar un cajero en servicio, la importancia de la segunda caja disminuirá. Sin embargo, su eliminación sólo es recomendable cuando el sistema garantice una probabilidad mínima de 93 y 94% de que la primera caja ofrezca los servicios bancarios prometidos (véase en la Tabla 8 el comportamiento de las probabilidades de la segunda caja cuando el sistema eleva su calidad general).

Tabla 8

Tabla que muestra el comportamiento de las probabilidades de una ubicación de dos cajas una vez que el sistema en su conjunto eleva la calidad del servicio.	
Si la probabilidad de dar servicio en una caja es:	Entonces la probabilidad de dar servicio en un módulo de dos cajas es:
.81	.963
.85	.978
.86	.980
.87	.983
.89	.988
.90	.990
.92	.994

Esto significa que las mediciones de la calidad del servicio deberían continuar, para corroborar si los cambios operativos o estratégicos que se producen en el sistema generan cambios en la calidad del mismo.

### Observaciones al margen

Los resultados presentados hasta ahora se sustentan en la idea de que las fallas en las cajas se deben a problemas inherentes al propio dispositivo. Sin embargo, todos los usuarios han observado que en algunas ocasiones la falla es general. En estas circunstancias, ¿se invalidarían los resultados encontrados hasta ahora?

Si supusiéramos que una proporción de las fallas de las cajas automáticas es generada por el sistema general, las conclusiones a las que llegamos en este estudio no se modificarían. Lo único que cambiaría es que en este caso el total de fallas (19%) se dividiría en dos: fallas individuales y fallas generales. Tendríamos por ejemplo 81% de servicio efectivo y 13% de fallas individuales. El techo que la calidad debe alcanzar con el sistema de aumentar dispositivos automáticos de efectivo al módulo es de 94%, suponiendo que el 6% restante corresponda a fallas generales del sistema.

El comportamiento de las ubicaciones sería semejante a nuestros resultados originales; es decir, el servicio mejoraría en la medida en que hubiera más cajas, hasta el límite de sus posibilidades, en este caso 94% según se desprende de la tabla 9. A pesar de todo, el número óptimo de cajas automáticas seguiría siendo dos.

Tabla 9

Distribución de las probabilidades de ofrecer el servicio de acuerdo al número de cajas en la ubicación, cuando el 6% de fallas totales es originado por el sistema y no por las cajas individuales.			
Ubicación	En servicio	Sin servicio	Total
Una caja	81.0000	13.0000	94.0
Dos cajas	90.6066	3.3934	94.0
Tres cajas	93.3553	0.6447	94.0
Cuatro cajas	93.8775	0.1225	94.0

**ANEXO**

Verificación

Nombre del verificador \_\_\_\_\_

1. Dirección de la caja seleccionada \_\_\_\_\_

2. Hora de la verificación ( )

2. Día de la semana en que se levanta la verificación

Lu( ) Ma( ) Mi( ) Ju( ) Vi( ) Sa( ) Do( )

3. Día del mes en que se hace la verificación (escriba el número \_\_\_\_\_)

4. ¿Cuál es el total de cajas automáticas en la ubicación?

( )

5. Señale la caja seleccionada por el sorteo

A( ) B( ) C( ) D( ) E( ) F( )

6. Vaya a la caja seleccionada y verifique su funcionamiento introduciendo la tarjeta que se le entregó para tal efecto

Funcionó:

7. La solicitud de saldo Sí( ) No( )

8. La solicitud de disponer de efectivo

Sí( ) No( )

9. Está disponible la opción "Transferencia de fondos"

Sí( ) No( )

10. Se pudo hacer cambio de número confidencial

Sí( ) No( )

11. Funcionaron todos los servicios de la caja seleccionada

Sí( ) No( )

(Se considera que la caja falló si no ofrece alguno de los servicios solicitados)

## BIBLIOGRAFÍA

Davis, Morton D. *Introducción a la teoría del juego*, 2ª ed., Alianza Universitaria, España, 1989.

Deming, W. Edwards. *Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis*, Díaz de Santos, México, 1989.

División de Calidad y Productividad. “Estándares de calidad para los servicios automatizados permanentes de Banamex”, Informe interno. Área de Finanzas y Apoyos Bancarios, Banamex, 1991.

Juran. J. M. *Juran y el liderazgo para la calidad. Un manual para directivos*, Díaz de Santos, México, 1990.

Ishikawa, Kaoru. *¿Qué es el control total de calidad? La modalidad japonesa*, Norma, México, 1985.

Mendenhall, William. *Introducción a la probabilidad y la estadística*, Wadsworth International/Iberoamericana, EUA, 1982.

Palavicini, Jaime. “Calidad total y productividad”, en *Alta Dirección*, enero-febrero de 1990.

Young, Robert K. y Donald J. Veldman. *Introducción a la estadística aplicada a las ciencias de la conducta*, 2ª ed., Trillas, México, 2001.