Banco de México
Documentos de Investigación

Banco de México
Working Papers

Nº 2010-02

Elección con Atención Limitada

Karen Kaiser
Banco de México

Marzo 2010

La serie de Documentos de Investigación del Banco de México divulga resultados preliminares de trabajos de investigación económica realizados en el Banco de México con la finalidad de propiciar el intercambio y debate de ideas. El contenido de los Documentos de Investigación, así como las conclusiones que de ellos se derivan, son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente las del Banco de México.

The Working Papers series of Banco de México disseminates preliminary results of economic research conducted at Banco de México in order to promote the exchange and debate of ideas. The views and conclusions presented in the Working Papers are exclusively the responsibility of the authors and do not necessarily reflect those of Banco de México.

Elección con Atención Limitada*

Karen Kaiser[†]
Banco de México

Resumen

En este documento se analiza el comportamiento de un agente con racionalidad limitada, que no está seguro de sus preferencias y enfrenta el siguiente dilema: aumentar en un bien su conjunto de elección agrega valor pero incrementa la complejidad del proceso de elección. El aumento en la complejidad es modelado como una reducción en la información total que se tendrá de cada uno de los bienes a elegir. Debido a la disyuntiva que el agente enfrenta, va a existir un número óptimo de bienes que querrá analizar antes de escoger un producto. La preferencia por conjuntos de elección puede ser interpretada como la elección entre tiendas. Las tiendas son agentes maximizadores de ganancias que eligen la calidad de bienes que ofrecen, el tamaño del inventario y el precio. Un menor costo de proveer calidad implica que la tienda cobrará un mayor precio y ofrecerá mejor calidad. El tamaño del inventario será pequeño para valores muy altos de calidad y mientras mayor sea la calidad de la información que la tienda ofrezca ofrecerá una mayor variedad a un mayor precio. Mayor variedad combinada con un buen servicio al consumidor sirven como señal de alta calidad al consumidor.

Palabras Clave: Preferencia, racionalidad limitada, conjunto de elección, tiendas, calidad.

Abstract

This paper analyzes a boundedly rational decision maker who is uncertain about his preference and faces the following trade-off: adding a good to the choice set has a positive option value but increases the complexity of the choice problem. The increased complexity is modeled as a reduction of the information available for each good. Because of this trade-off there is an optimal number of goods that the decision maker wants to analyze before making his final choice. The choice of the optimal set can be interpreted as the choice among stores. Stores maximize profits and choose a quality, an assortment, and a price. A lower cost of providing quality implies higher price and higher quality. Assortment will be small for very high levels of quality. Better quality of information implies greater variety and higher price. Greater variety combined with good consumer service can be a signal for high quality of the store.

Keywords: Decision making, bounded rationality, choice set, stores, quality.

JEL Classification: D01, D11, D21.

* Agradezco a Wolfgang Pesendorfer por su asesoría, así como a Marco Battaglini y Faruk Gul. De igual manera agradezco a Julio Cacho, Sylvain Chassang, David Dillenberger, Wiola Dziuda, Sambuddha Ghosh, Rainer Schwabe y Satoru Takahashi por su apoyo y comentarios.

[†] Dirección General de Investigación Económica. Email: kkaiser@banxico.org.mx.

1. Introducción

En este documento se analiza el comportamiento de un agente con racionalidad limitada (*Decision Maker*, DM por sus siglas en inglés), que no conoce sus preferencias y que enfrenta un problema de decisión en dos etapas. En la primera etapa, tiene que elegir un conjunto de alternativas y en la segunda, tiene que elegir de entre dichas alternativas. La primera etapa del proceso representa la decisión del consumidor de a qué tienda ir, mientras que la segunda etapa se refiere al comportamiento del consumidor dentro de la tienda.

DM no conoce los productos ex-ante, por lo que no sabe cuál prefiere. Sin embargo, sabe que los productos pueden ser de alta o baja calidad, pero sin información son simétricos. Cuando el consumidor selecciona un conjunto, recibe información acerca de cada uno de los productos y posteriormente elige el producto que tiene la mayor probabilidad de ser de alta calidad.

La capacidad limitada de procesar información que el consumidor tiene, se modela como una disyuntiva: mientras más grande sea el conjunto considerado, la probabilidad de que haya un producto de alta calidad aumenta, pero también disminuye la cantidad de información que DM procesará sobre cada producto. La opción agregada podría ser el mejor producto del conjunto, pero su adición ocasiona que en promedio menos información se procese por producto y dificulta la detección de la mejor alternativa.

Sin atención limitada aumentar el número de productos del conjunto agrega valor sin incrementar la complejidad del problema. En este escenario, DM siempre estará mejor al escoger de conjuntos más grandes. Sin embargo, si la capacidad de procesar información es limitada, la cantidad de información que DM procesa, en promedio, sobre los productos, disminuye cuando se agregan bienes adicionales.

Al aumentar el tamaño del conjunto considerado, el valor de aumentar un nuevo bien disminuye. En conjuntos grandes de bienes, la probabilidad de que sólo se tengan bienes de baja calidad es chica por lo que se gana poco al aumentar un nuevo bien. Mientras más bienes se incluyan, la probabilidad de que el consumidor no pueda procesar nada de información aumenta, por lo que el valor de la información crece.

El resultado principal del modelo indica que cuando exista la posibilidad de perder información cuando el tamaño del conjunto considerado de bienes aumenta, no siempre será óptimo para DM escoger de conjuntos más grandes. Esto se debe a que existe un número de bienes para el cual, los costos esperados de perder información exceden los beneficios de agregar más opciones.

DM elige el número de objetos que le permite asignar su capacidad de atención óptimamente. De aquí se desprende, que el tamaño óptimo del conjunto de elección depende de qué tan fácil o difícil sea aprender sobre los productos. Mientras más complejo sea el aprendizaje sobre un producto, más atención se requerirá para procesar la información y el número óptimo de productos a considerar será menor que el conjunto de productos cuyo aprendizaje sea sencillo.

Una de las principales contribuciones del presente documento a la literatura es que, en contraste con modelos previos sobre conjuntos considerados donde la decisión de incluir otra marca es secuencial, en el presente modelo DM decide al principio del proceso de decisión, el número de productos que quiere considerar. Eso permite una reinterpretación del concepto de los conjuntos considerados como tiendas o puntos de venta y genera una relación entre la racionalidad limitada de DM y algunas características de la estructura del mercado, tales como: la relación entre la variedad ofrecida y la calidad de la información proporcionada por

la tienda y la relación entre la variedad ofrecida y la calidad de los productos ofrecidos en la tienda.

En este contexto, las tiendas funcionan como conjuntos de elección para los consumidores. Una tienda es un agente maximizador de ganancias que decide sobre la calidad, q , y la variedad, n , que ofrecerá a sus clientes. La tienda separa a los consumidores informados de los no informados a través del precio que fija. Un consumidor informado es aquel cuya utilidad esperada de comprar, dada la información que procesó, es mayor que el precio del bien. Cabe aclarar que no necesariamente es alguien que con probabilidad uno elegirá un producto de alta calidad.

El valor que agrega un producto adicional disminuye cuando la calidad promedio de los bienes aumenta. Al aumentar la calidad, la probabilidad de que el producto agregado sea el mejor del inventario disminuye. En casos de alta calidad promedio, si DM recuerda suficiente información muy probablemente encontrará un producto de alta calidad. La información se vuelve más valiosa y el inventario óptimo para el consumidor es más pequeño.

Una disminución en los costos de la tienda, de aumentar la calidad tiene como consecuencia que la tienda ofrecerá mayor calidad. Una tienda puede aumentar sus ganancias cuando aumenta la calidad: para un inventario dado, el precio se incrementará, así como la demanda.

Por otro lado, manteniendo fija la calidad promedio de la tienda, mientras mejor sea la calidad de información que la tienda ofrezca al consumidor, mayor será el inventario que estos preferirán. Si la calidad de información es muy alta, el consumidor requiere menos señales para detectar un producto de alta calidad. Por lo tanto, si la calidad de información aumenta, la tienda cobrará un precio que requiera que los consumidores estén mejor informados para comprar.

En el presente documento también se analiza el caso donde la calidad promedio, q , no es observable. Las tiendas anuncian el precio p , la calidad de información θ y la variedad n , dicha información es observable para DM. Si los costos de la tienda son crecientes en n, θ y q , se encuentra que el precio, el inventario y la calidad de información, en conjunto, revelan la calidad.

La restricción de compatibilidad de incentivos para la empresa de no desviarse y ofrecer baja calidad mientras que cobra precios altos, siempre se satisface. Dado que los beneficios de la calidad de información son mayores si la calidad es mayor, si la tienda cobra el precio alto y ofrece buena calidad de información pero baja calidad promedio, entonces los beneficios marginales de buena calidad de información serían menores que sus costos marginales.

La evidencia experimental sugiere que el tamaño del conjunto de elección afecta el comportamiento del consumidor, así como su nivel de satisfacción. Iyengar y Lepper (2000) realizaron un experimento donde los consumidores podían probar de entre un máximo de 6 o 24 diferentes sabores exóticos de mermeladas, todas de la misma marca. Los autores encontraron que el 30 % de las personas que enfrentaron la condición de elección limitada (6 mermeladas) compraron mermelada, mientras que sólo el 3 % de las personas que enfrentaron la condición de elección extensa lo hicieron.

La explicación que Gourville y Soman (2005) dan para explicar el comportamiento observado, es que los consumidores sufren de una sobrecarga de información (*information overload*). Grandes cantidades de información pueden tener efectos negativos en los consumidores. Los autores comprobaron dicha hipótesis

y encontraron que, cuando el proceso cognitivo es simplificado, el efecto de mayor variedad disminuye. Boatwright y Nunes (2001) proporcionaron evidencia sobre dicho fenómeno al nivel de la tienda, cuando se disminuyó el inventario, las ventas totales aumentaron.

Los resultados del presente documento coinciden con la evidencia experimental. Los consumidores que enfrentan una condición de elección extensa son en promedio menos informados que los consumidores que enfrentan conjuntos menores y su precio de reserva es menor. Lo anterior, explica por qué las personas compraron menos mermelada en el experimento de Iyengar y Lepper y por qué las ganancias de las tiendas se pueden incrementar cuando se reduce el inventario.

El presente documento está estructurado de la siguiente manera: la Sección 1.1 describe la literatura relevante. La Sección 2 explica el modelo y la intuición sobre el tamaño óptimo del conjunto de elección. En la tercera sección se vincula la relación entre la calidad de las tiendas y la calidad de la información, con el tamaño óptimo del conjunto. En la Sección 4 se presentan las conclusiones; todas las demostraciones se encuentran en el apéndice.

1.1. Revisión de la Literatura

El experimento de Jacoby, Speller y Berning (1974) fue el primero en presentar evidencia sobre la sobrecarga de información (*information overload*). En su experimento participaron 192 amas de casa y se evalúa si éstas pudieron usar eficazmente toda la información ofrecida para elegir entre diferentes marcas de arroz y cenas preparadas. En los diferentes tratamientos existieron 4, 8, 12 o 16 marcas y 4, 8, 12 o 16 unidades de información por producto. Los autores concluyeron que la cantidad de información que los consumidores pueden procesar es limitada y que proporcionar demasiada información puede perjudicar a los individuos lo que resulta en malas decisiones.

Keller y Staelin (1987) separaron los efectos de proveer más información y los efectos de proveer información de mejor calidad al consumidor. A diferencia de Jacoby et al., los autores establecieron una medida de utilidad para cada atributo para evaluar el producto y corroboraron la conclusión de Jacoby et al., de que existe sobrecarga de información. La presencia de demasiada información, incluso cuando sea de alta calidad, disminuye su efectividad.

Existe clara evidencia de que los consumidores escogen sólo de entre bienes que pertenecen al conjunto considerado (*consideration sets*). Hauser y Wernerfelt (1990) no solamente proporcionan un resumen de dichos estudios, sino también desarrollan un modelo en el cual es óptimo para un maximizador de utilidad, construir un conjunto de productos a considerar antes de tomar la decisión de comprar. En el modelo que proponen, la decisión de incorporar un elemento adicional es secuencial y el consumidor enfrenta costos y beneficios exógenos cada vez que decide si quiere (o no) incluir un nuevo producto en su conjunto.

En la literatura previa de Racionalidad Limitada, DM puede controlar qué información recordar u olvidar mientras que el conjunto de elección permanece fijo. Wilson (2006) modela un DM con memoria limitada como un autómatas que tiene que elegir entre dos alternativas. Solamente existe un número finito de señales que puede recordar. Por lo tanto, DM tiene que elegir la regla de memoria óptima para maximizar la probabilidad de elegir el estado correcto.

Gabaix, Laibson, Moloche y Weinberg (2003) estudian la atención limitada desarrollando y probando un modelo, donde la cognición es costosa porque requiere tiempo. En el modelo DM distribuye su capacidad cognitiva siguiendo un análisis de costo-beneficio. DM tiene que elegir de un conjunto de N productos no conocidos, en un tiempo limitado y tiene que decidir si quiere ignorar información o aprender más. Los autores prueban las predicciones de su modelo con un experimento y la evidencia que recaudan sugiere que los sujetos asignan su atención siguiendo un análisis de costo-beneficio. Los sujetos piensan más si el valor marginal de pensar es alto.

En contraste con la literatura previa, el modelo que presentamos en este documento no permite a DM decidir qué información recordar u olvidar. El modelo incorpora la evidencia de que mucha información distrae a las personas cuando ejecutan un proceso cognitivo.

2. Modelo

DM elige un bien, x , de un conjunto. Los bienes pueden ser de alta o baja calidad. La proporción de productos de alta calidad en la población es q y es conocida por el individuo. Sin embargo, ex-ante, sin nada de información no puede distinguir entre los productos de alta y baja calidad.

Al principio del proceso de decisión, DM puede elegir un conjunto de elección B_n con cardinalidad n y puede aprender de sus elementos antes de tomar la decisión. El número de productos de alta calidad $i \in \{0, \dots, n\}$ que pertenecen al conjunto B_n se distribuye de acuerdo a una binominal $b(n, q)$, conocida por DM. Una vez que B_n es elegido, DM recibirá algunas señales (determinadas por una tecnología de aprendizaje) sobre cada uno de los productos en el conjunto. Las señales pueden ser buenas o malas (uno/cero).

Una tecnología de aprendizaje es una función que determinará cuántas señales DM recibirá/aprenderá para cada producto que pertenece al conjunto. El número de señales ℓ es binominal con parámetros m_n y α_n . Donde m es el número máximo de señales que DM puede recibir y α es la probabilidad de recibir una buena señal.

Para incorporar la capacidad limitada que DM tiene para procesar la información, se asume que ambos parámetros son débilmente decrecientes en n y al menos uno es estrictamente decreciente en n . Imponiendo dichos supuestos, la cantidad de la información que se puede procesar por cada bien depende del número total de bienes en el conjunto n y tiene una relación decreciente con ello.

La información para cada bien se generará mediante muestreos de señales independiente e idénticamente distribuidas de las distribuciones F_H o F_L , dependiendo de la calidad del bien de la muestra. Se supone que productos de alta calidad tienen una Distribución Binominal $F_H = b(\ell, \theta_H)$, donde ℓ es el número de señales generadas para un bien y está determinada por la tecnología de aprendizaje. Por otro lado, productos de baja calidad solamente pueden generar malas señales $\theta_L = 0$, de aquí que recibir una buena señal es suficiente para distinguir que el producto es de alta calidad.

La manera en la cual DM aprende (tecnología de aprendizaje) se puede escribir como matriz, donde el número de columnas representa el número de productos y el número de filas ℓ se distribuye según la distribución binominal $b(m_n, \alpha_n)$. Eso se puede entender como una matriz, donde cada columna es un bien

$\{x_1, x_2, x_3, \dots\}$ y el número de atributos a conocer, la longitud de columnas, $\{a_1, \dots\}$ se determina por una distribución binominal $b(m_n, \alpha_n)$, por ejemplo: $b(m_2, \alpha_2) = b(3, \frac{1}{2})$

$$\begin{aligned} I_4 &= \begin{bmatrix} & \mathbf{x}_1 & \mathbf{x}_2 & \mathbf{x}_3 \\ \mathbf{a}_1 & s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ \mathbf{a}_2 & s_{21} & s_{22} & s_{23} \\ \mathbf{a}_3 & s_{31} & s_{32} & s_{33} \end{bmatrix}, I_2 = \begin{bmatrix} & \mathbf{x}_1 & \mathbf{x}_2 \\ \mathbf{a}_1 & s_{11} & s_{12} \\ \mathbf{a}_2 & s_{21} & s_{22} \end{bmatrix}, \\ I_1 &= \begin{bmatrix} & \mathbf{x}_1 & \mathbf{x}_2 \\ \mathbf{a}_1 & s_{11} & s_{12} \end{bmatrix}, I_0 = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 & \mathbf{x}_2 \end{bmatrix}, \end{aligned}$$

cada una de las matrices ocurrirá con probabilidad: $\frac{1}{8}, \frac{3}{8}, \frac{3}{8}, \frac{1}{8}$, respectivamente.

Al final del flujo de información, DM selecciona el bien que tiene la mayor probabilidad de ser de alta calidad. Se denota $I = \{I_\ell(x_1), \dots, I_\ell(x_n)\}$ la matriz de información cuando DM recibe ℓ señales.

Dada la tecnología de aprendizaje supuesta, al principio del proceso de decisión, al escoger el número de bienes, DM escoge el número de columnas de la matriz. Posteriormente la información es generada llenando algún número de filas de la matriz con señales. Finalmente, DM elige un producto.

DM enfrenta una disyuntiva constante entre aumentar el muestreo y el número de bienes. Mientras más productos se agregan al conjunto, la probabilidad de tener al menos un producto de alta calidad $p(i \geq 1) = (1 - (1 - q)^n)$ aumenta, aunque la probabilidad de distinguir entre un bien de alta o baja calidad disminuye, ya que se recibirá menos información acerca de cada bien.

El objetivo de DM es reducir la probabilidad de cometer errores. Un error ocurre solamente cuando toda la información es mala, $\max\{I_\ell(x_\ell)\}_{\ell=1}^n = 0$, y al menos un producto de alta calidad existe. En este caso, la probabilidad de elegir un producto de baja calidad, dado que existen i productos de alta calidad, es $(1 - \frac{i}{n})$. La probabilidad de recibir solamente malas señales para todos los productos es $(1 - \theta_H)^{m_n i}$.

Si DM recibe al menos una buena señal, su matriz de información será $I(1)$ y sabrá con seguridad que producto es de alta calidad. Si solamente recibe malas señales $I(0)$ no puede distinguir entre los productos.

Denotamos como $g(I)$ a la utilidad esperada de elegir un bien, dado que se observa I :

$$g_\ell(I) = \begin{cases} 1 & \max\{I_\ell(x_k)\}_{k=1}^n \geq 1 \\ \frac{q(1-\theta)^\ell}{q(1-\theta)^\ell + (1-q)} & \max\{I_\ell(x_k)\}_{k=1}^n = 0 \end{cases}$$

La utilidad esperada, dadas ℓ señales, es:

$$V_{\ell,n} = (1 - \beta_\ell^n) + \beta_\ell^n g_\ell(0) \quad (2.1)$$

donde $\beta_\ell^n = (q(1 - \theta)^\ell + (1 - q))^n$

Al principio del proceso de decisión, la utilidad esperada de un conjunto B_n es:

$$U_{(m_n, \alpha_n)}(B_n) = E_\ell[V_{\ell,n}] \quad (2.2)$$

y DM escoge n para maximizarla:

$$\max_n U_{(m_n, \alpha_n)}(B_n)$$

DM enfrenta una disyuntiva constante entre aumentar muestreo ($E[\ell]$) y el número de bienes (n). Los costos de perder información, si el número de objetos en el conjunto permanece igual son: $C(n, (m_n, \alpha_n)) = U_{(m_n, \alpha_n)}(B_n) - U_{(m_{n+1}, \alpha_{n+1})}(B_n)$, mientras que los beneficios de aumentar el número de objetos por uno, si el número de muestra permanece igual son: $B(n, (m_n, \alpha_n)) = U_{(m_n, \alpha_n)}(B_{n+1}) - U_{(m_n, \alpha_n)}(B_n)$.

Así resulta:

$$U_{(m, \alpha_{n+1})}(B_{n+1}) - U_{(m, \alpha_n)}(B_n) = B(n, (m_{n+1}, \alpha_{n+1})) - C(n, (m_n, \alpha_n))$$

Teorema 1 *Si el número de señales que DM recibe se distribuye binominal con parámetros (m_n, α_n) , con ambos parámetros débilmente decrecientes en n y al menos uno estrictamente decreciente en el número de bienes, existe n^* tal que para $n > n^*$ la utilidad de DM es estrictamente decreciente en n .*

Demostración. Véase Apéndice 4.1.1.

El Teorema 1 explica que siempre y cuando exista alguna probabilidad de perder información, si el número de objetos considerados en una elección se incrementa, existe un número óptimo de bienes para analizar.

Los costos de agregar un bien adicional siempre serán mayores que cero. A diferencia del caso $\alpha_n = \alpha$, donde los costos se acercan a cero cuando el número de bienes aumenta, cuando $\alpha_n \neq \alpha$ y n aumenta, la probabilidad de no recibir información $\ell = 0$ siempre es positiva. Cuando n tiende a infinito, la probabilidad de no recibir señales converge a $\lim_{n \rightarrow \infty} (1 - \alpha_n)^m$.

Por otro lado, para un n fijo, los costos de que α disminuya son decrecientes. Reducir la probabilidad de recibir información, α , cuando ésta tiene un valor grande es menos costoso que hacerlo cuando la probabilidad de recibir información ya es baja.

Cuando se incrementa el tamaño del conjunto, para los mismos parámetros (m, α_n) , existen dos efectos: primero, la probabilidad de no recibir información aumenta y segundo, la probabilidad de recibir sólo mala información en los casos donde se procesa al menos una señal, disminuye. Para n pequeño, la probabilidad de recibir mala información es mayor para cada nivel de información ℓ y la diferencia entre $V_\ell - V_{\ell+1}$ es mayor; cuando n aumenta, la diferencia disminuye, pero el segundo efecto permanece. Por lo tanto, los costos decrecerán en n , pero siempre serán positivos.

El beneficio de agregar un producto adicional disminuye cuando el tamaño del conjunto aumenta. Sin embargo, cuando n es fijo, los beneficios son crecientes en α , lo que significa que mientras mayor sea la probabilidad de recibir información, más beneficioso será agregar otro producto.

Bajo las mismas condiciones de calidad e información, DM puede estar peor si tiene que elegir de conjuntos mayores. La utilidad esperada de un conjunto empieza a disminuir una vez que el número de elementos del conjunto de elección supera al número óptimo. Es importante destacar que una vez que inicia la recepción de información DM no puede enfocar su atención en un subconjunto de los bienes considerados, ya que la simple presencia de dichos productos le distrae.

Este resultado puede explicar la evidencia experimental que Iyengar y Lepper (2000) encontraron. Los consumidores compran un producto siempre y cuando su utilidad esperada sea al menos tan alta como el precio menos el cupón de descuento adquirido por participar en la prueba. Los sujetos que enfrentaron la condición de elección extensa (24 opciones), en valor esperado recibieron menos información sobre cada producto, incluso cuando probaron el mismo número de mermeladas como los sujetos que solamente pudieron probar 6 mermeladas. En promedio, la utilidad esperada de dichos consumidores fue menor que la utilidad promedio esperada por los consumidores que sólo podían probar hasta 6 sabores. De aquí que un número menor de consumidores estuviera dispuesto a comprar mermelada.

Lema 1 *Dada una tecnología de aprendizaje, para una calidad fija de información, θ_H , mientras mayor sea q , menor será el conjunto óptimo.*

Demostración. Véase Apéndice 4.1.2.

Cuando la calidad esperada aumenta, la probabilidad de tener solamente productos de baja calidad disminuye. Si el conjunto es pequeño, DM podrá retener la información necesaria para encontrar al menos un producto de alta calidad. Si el conjunto es demasiado grande, independientemente de que la calidad esperada sea muy alta, la elección de DM posiblemente sería equivocada debido a su atención limitada. Mientras mejor sea la calidad que la tienda ofrezca, el consumidor estará más satisfecho con un conjunto de elección menor. Es como si la tienda pre-seleccionara los productos y el consumidor confiara en que la tienda conoce sus preferencias con cierto ruido.

Si la calidad es baja, la probabilidad de tener un conjunto considerado con muy mala selección es muy alta. DM está dispuesto sacrificar información para aumentar la probabilidad de tener al menos un producto de alta calidad.

Lema 2 *Dada una tecnología de aprendizaje, para una calidad promedio fija de la tienda, q , mientras mayor sea θ_H , menor será el conjunto óptimo.*

Demostración. Véase Apéndice 4.1.3.

La disminución en la probabilidad de tener malas señales para todos los productos de alta calidad que pertenecen al conjunto, compensa el aumento de los costos derivados de la pérdida de señales más informativas.

Si la calidad es muy alta, la variedad puede tener un efecto negativo en el consumidor, a menos que se presente junto con mejor información. Es por ello que, tiendas grandes de alta calidad deben de ofrecer mejor atención y servicio al consumidor.

Existe evidencia de que los conjuntos considerados pueden ser muy pequeños y pueden llegar a contener un sólo elemento. Lapersonne, et al., encontraron que el 22% de personas en Francia que van a comprar un nuevo automóvil solamente consideraron una marca antes de tomar su decisión. Pero todavía no existe un estudio que sugiera si existe una relación entre qué tan complejo es el aprendizaje de un producto y el tamaño óptimo del conjunto considerado.

En cuanto a la complejidad de las tareas, se ha encontrado que el grado de dificultad de una tarea afecta el desempeño en dividir la atención. Baddeley (1986) encontró que cambios en la dificultad de una tarea

afecta la ejecución de dos tareas al mismo tiempo. McDowd y Craik (1988) encontraron que el número de errores efectuados por individuos aumentó cuando se incrementó la complejidad de la tarea.

Si la tecnología de aprendizaje se interpreta como una función que mide cuánta atención se requiere para la realización de una tarea (análisis de un producto), entonces, dada una capacidad de procesamiento de información se puede tener una relación entre la complejidad de un producto (que tan difícil es aprender sobre él) y el número óptimo del conjunto. Se esperaría que el conjunto óptimo disminuya al aumentar la complejidad del bien.

Lema 3 *Si $b(m_n, \alpha_n)$ y $\hat{b}(\hat{m}_n, \hat{\alpha}_n)$ son dos tecnologías de aprendizaje tales que $m_n \geq \hat{m}_n$ y $\alpha_n \geq \hat{\alpha}_n$, con al menos una desigualdad estricta, entonces $n^* \geq \hat{n}^*$.*

Demostración. Véase Apéndice 4.1.4.

Nótese que al asignarle al individuo una tecnología de aprendizaje, éste pierde el control sobre qué información recordar/olvidar. Otras tecnologías de aprendizaje, no incluidas en el presente documento, permiten al DM elegir qué información quiere recordar o aprender. En este caso, la manera en la cual el DM elige la información se vuelve un problema a estudiar por sí mismo. Dichos tipos de tecnología cambiarían completamente la estructura del modelo. Wilson (2006) y Gabaix, Laibson (2003) presentan ejemplos de esquemas utilizados para analizar este comportamiento de “elección”.

Otro supuesto en el modelo del presente documento, es que la cantidad de información recibida para cada producto es la misma. Debido al hecho de que no se puede distinguir entre los productos ex-ante, que no existen etiquetas y que la cantidad de información recibida sobre cada producto no contiene información sobre su calidad, las conclusiones no deberían cambiar por dicho supuesto. Si el flujo de información resultara de publicidad y si se esperara que hubiera más/menos publicidad para productos de alta calidad, la cantidad de información sería informativa y eso cambiaría los resultados.

La tecnología de aprendizaje supuesta incluye una amplia variedad de las posibles tecnologías. Las tecnologías que restringen el número total de unidades de información son casos especiales de la tecnología propuesta. Algunas tecnologías que admiten complementariedades en el proceso de aprendizaje también están incluidas, este sería el caso cuando al agregar un producto el número total de señales que se pueden aprender incrementa aunque el número de señales para cada producto disminuye.

Si $\alpha_n = 1$ para todo n y m_n es decreciente en n , es el caso de tecnologías donde el número total de información aumenta cuando n aumenta y están contempladas en el modelo, siempre y cuando el número total de señales para cada producto disminuya. Un caso especial son las tecnologías que restringen el monto total de información $\sum_{\ell=1}^n m_n$. Analizar este caso ayuda a entender el mecanismo generado por la limitación cognitiva.

Otro caso extremo es cuando existe un número máximo de señales que DM puede recibir para cada producto m , m es fijo para todo n y α_n es estrictamente decreciente en n . Si un producto a lo más tiene m atributos no se podría recibir más de m señales, de aquí que el hecho de que se imponga un máximo no parece ser un supuesto fuerte. Por otro lado, mientras más productos existan, los distractores aumentarán y la atención disminuirá. Por lo tanto, la probabilidad de procesar muchas señales disminuye.

2.1. Tiendas

La presente sección analiza cómo las preferencias de los consumidores sobre el tamaño de los conjuntos, afectan las decisiones de las tiendas. Las tiendas son conjuntos de bienes que ofrecen cierto número de opciones al consumidor n , un nivel de calidad q y calidad de información θ . Un consumidor, que va a comprar un producto tiene que elegir primero a qué tienda quiere ir y después elegir qué producto comprar.

Un consumidor solamente comprará el producto si la probabilidad esperada de elegir un producto de alta calidad, dada la información, es mayor que o igual al precio: $g_\ell(I) \geq p$. Si recibe una buena señal $I(1)$ su utilidad esperada de comprar este producto es $1 - p$. Si solamente recibe ℓ señales malas, su utilidad esperada de comprar el producto es $g_\ell(I(0)) - p$. Si su utilidad esperada no es mayor que el precio, el consumidor no compra el producto.

Una tienda busca maximizar sus ganancias:

$$\Pi(q, n, p) = pD(q, n, p) - c(n) - g(q),$$

$c(n)$ y $g(q)$ son los costos de variedad y calidad, ambos son crecientes. $D_k(q, n, p)$ es la demanda esperada: la probabilidad de que el consumidor compre el producto cuando está en la tienda:

$$D(q, n, p) = p(V_\ell \geq p|q, n)$$

donde $V_\ell = (1 - \beta_\ell^n) + \beta_\ell^n g_\ell(0)$ y ℓ se distribuye de acuerdo con la tecnología de aprendizaje $b(m_n, \alpha_n)$.

Una tienda elegirá un precio del conjunto $p \in \{1, \{g_\ell(I(0))\}_{\ell=0}^m\}$. Si el precio es 1 solamente los clientes que reciben una buena señal comprarán. Si el precio es $g_m(I(0)) = p_m$, cada cliente que entra a la tienda comprará y la información en la tienda se vuelve irrelevante. Cuando la empresa maximiza sus ganancias y fija un precio, establece qué tan informado tiene que estar el consumidor para comprar un producto.

Para la misma realización de la información (ℓ, I) si la calidad q aumenta, el consumidor estará dispuesto a pagar un precio mayor. Si el consumidor solamente recibe malas señales, mientras mayor sea ℓ el consumidor estará peor informado.

Para una calidad fija q , la empresa elegirá un inventario n hasta que las ganancias marginales de agregar un producto adicional al conjunto sean iguales a los costos marginales. Cuando sea óptimo para la empresa cobrar un precio menor que uno, la empresa venderá al menos a dos tipos de clientes (clientes con dos diferentes niveles de información) y está indiferente entre vender el producto a cualquiera de ellos. Lo anterior genera un incentivo para la tienda de aumentar su inventario, lo que hace que el consumidor esté peor.

Lema 4 *Menores costos marginales de calidad implican mayor calidad q , mayor precio y un inventario más pequeño n , si la calidad es suficientemente alta.*

Demostración. Véase Apéndice 4.2.1.

Si la calidad promedio aumenta, la probabilidad de tener solamente productos de baja calidad es menor. Si el inventario es menor DM podrá mantener la información necesaria para encontrar al menos un producto de alta calidad. Si el inventario es demasiado grande, independientemente de una calidad esperada muy alta,

la atención limitada puede provocar que DM elija mal. Por lo tanto, para una calidad mayor q , el consumidor prefiere inventarios menores n .

Sin embargo, cuando la calidad aumenta, la tienda puede incrementar sus ganancias si aumenta el número de objetos. Si es óptimo para la tienda fijar el precio por debajo de uno, la demanda es creciente en n . Lo anterior sucede porque cuando n aumenta, la probabilidad de encontrarse en un estado sin información también aumenta, pero también la utilidad esperada para cualquier nivel de información aumenta lo que incrementa la demanda.

Si la calidad es suficientemente alta, es óptimo para la tienda disminuir su inventario. En este caso, cuando la calidad aumenta, la ganancia marginal de agregar un producto adicional es muy baja y decrece si la calidad aumenta. De aquí que la tienda esté mejor si reduce su inventario.

Si la calidad es alta, la tienda está dispuesta a poner el precio en niveles que atraigan más consumidores no informados. Esto aún aumenta sus ganancias netas, dado que para los niveles de calidad alta, la utilidad esperada de consumidores también es alta aunque no estén bien informados. Por otro lado, cuando la calidad decrece, la utilidad esperada para cada nivel de información se reduce más. Por lo tanto, en este caso, la tienda estaría mejor al elegir consumidores más informados y dispuestos a pagar más.

Lema 5 *Mejor calidad de información θ_H implica mayores inventarios, n .*

Demostración. Véase Apéndice 4.2.2.

Si la calidad de la información θ_H aumenta, cada señal se vuelve más informativa y el enfrentar un inventario más grande se vuelve menos costoso para el consumidor. La demanda aumenta, porque los consumidores estarán más informados y la tienda estará mejor si pone el precio de tal manera que los consumidores mejor informados compren. El beneficio marginal de agregar un producto adicional a la tienda para un nivel de inventario aumenta.

Si se interpretan las tiendas como conjuntos de elección, existe el supuesto de que los consumidores no se pueden enfocar en un subconjunto de los productos ofrecidos en la tienda. La evidencia de que los distractores afectan la habilidad de mantenerse enfocado en tareas orientadas al objetivo corrobora dicho supuesto.

Lavie (2005) encuentra evidencia que “el procesamiento de distractores no sólo depende críticamente de los tipos de información involucrados en el procesamiento de información relevante para lograr el objetivo”. Si la tarea requiere funciones de control cognitivo, se requiere mayor atención para realizar la tarea, mientras que los distractores causan mayores interferencias. Con más bienes presentes se generarán más interferencias.

2.2. Calidad No Observable

La evidencia sobre la relación entre el precio y la calidad no es concluyente. Algunos estudios han encontrado que existe una correlación positiva entre el precio y la calidad aunque usualmente no es significativa, lo que implica que el precio es una débil señal de la calidad (Gerstner (1985) presenta una lista de la relación entre precio y calidad por producto). Rao y Monroe (1989) realizan un meta-análisis de estudios anteriores y encuentran que la correlación positiva se vuelve más fuerte si el sujeto enfrenta respuestas múltiples a precios diferentes.

A diferencia de estudios empíricos previos, utilizando nuestro modelo se pueden analizar las consecuencias de racionalidad limitada y sus efectos sobre la relación entre el precio y la calidad de la tienda. ¿Se espera que las tiendas mejores sean más caras, incluso cuando la calidad de sus mejores productos es igual que la calidad de los mejores productos en tiendas de baja calidad? Para estudiar la relación entre el precio y la calidad en esta sección, la elección de calidad y la variedad son endógenas.

La tienda elegirá la calidad de la tienda q , que puede ser alta o baja $\{q_H, q_L\}$, el inventario o número de productos n , el precio p y la calidad de información θ . Los consumidores irán sólo una vez a la tienda.

Una vez que el consumidor se encuentra en la tienda, solamente puede observar el inventario n , el precio p y la calidad de información θ . Utilizando dicha información y la información que se revela sobre los productos, el consumidor tiene que decidir si quiere o no quiere comprar. El consumidor conoce las calidades potenciales $\{q_H, q_L\}$ y las respuestas óptimas asociadas con información completa, (p_H, n_H, θ_H) y (p_L, n_L, θ_L) . Para cada combinación posible de (p, n, θ) el consumidor forma creencias sobre q .

La tienda escoge $\phi = (n, p, \theta)$ y q . El consumidor comprará después de que se realiza la información, si, considerando la realización de información y sus creencias sobre q , su utilidad esperada de comprar es mayor que el precio. La demanda esperada para la tienda es:

$$D(q_j, \phi | \hat{q}_j) = p(V_\ell \geq p_s | (\hat{q}_j, \phi))$$

donde $\hat{q}_j$ denota las creencias sobre q_j dado (n_r, p_s, θ_j) . $V_\ell = (1 - \beta_\ell^n) + \beta_\ell^n g_\ell(0)$ y ℓ se distribuye de acuerdo con la tecnología de aprendizaje $b(m, \alpha_n)$.

La tienda elige ϕ con el fin de maximizar sus ganancias:

$$\Pi(q_j, \phi | \hat{q}_j) = p_s D(\hat{q}_j, \phi) - c(n_i) - g(q_j) - c_1(\theta_r)$$

$c(n_r)$, $g(q_j)$ y $c_1(\theta_r)$ son los costos de variedad, calidad y calidad de información; todos los costos son crecientes.

Una tienda será veraz si para $j = H, L$:

$$\Pi(q_j, \phi_j | \hat{q}_j) > \Pi(q_k, \phi_j | \hat{q}_j)$$

para $k \neq j$.

Proposición 1 *El precio, el inventario y la calidad de información en conjunto son señales de calidad de la tienda si $p_H > p_L$ y p_H es tal que para algunas realizaciones de información los consumidores no compran.*

Demostración. Véase Apéndice 4.2.3.

La Proposición 1 indica que el precio, el inventario y la calidad de información servirán como señales de la calidad sólo si la calidad de información es endógena. Si la calidad de información fuera fija, entonces, sólo el precio y la variedad no serían suficientes para evitar que la tienda se desviara y ofreciera baja calidad mientras cobra precios altos. Esto se debe a que la calidad de información afecta directamente el beneficio

marginal de una unidad de inventario.

Una tienda que “engaña” y ofrece baja calidad mientras que cobra precios altos incurrirá en costos muy altos dado que también tiene que proveer un mayor inventario y una mayor calidad de información. Eso causa que en el inventario óptimo con alta calidad los costos marginales sean menores que los beneficios.

Un caso extremo, es cuando la calidad es tan alta que cada consumidor que entra a la tienda compra independientemente de la realización de la información. En este caso, la tienda proveerá un inventario pequeño. Cuando la calidad es muy alta se puede dar el caso de que ofrezcan inventarios muy pequeños, como por ejemplo, algunos restaurantes muy costosos ofrecen solamente un menú. Sin embargo, si los consumidores creyeran que las tiendas van a ser veraces éstas tendrán el incentivo de desviarse.

3. Conclusiones

En el presente documento se presenta un modelo que ayuda a entender mejor cómo la sobrecarga de información (*information overload*) puede afectar la estructura del mercado. Con respecto al comportamiento individual, el punto clave del modelo es que estudia el problema de demasiada información en dos etapas permitiendo interpretar la elección en la primera etapa como la elección de una tienda.

Una característica importante del modelo es que incorpora la evidencia psicológica de sobrecarga de información y de atención limitada en la tecnología de aprendizaje que le asigna al individuo. La principal disyuntiva que el agente enfrenta es, entre tener mejor información sobre cada producto o tener información sobre más productos. El resultado principal del modelo es que para un agente con racionalidad limitada (DM) sería óptimo restringir el número de objetos de los cuales quiere aprender, antes de tomar su decisión.

Este resultado es consistente con la evidencia experimental sobre personas que difieren la elección cuando existen demasiadas opciones. La amplia evidencia experimental corrobora la hipótesis de que el excedente de información genera un conflicto cuando se toma la decisión. El presente documento contribuye a un mejor entendimiento de cómo este fenómeno afecta y cómo está afectado por otras variables, tales como la calidad de la tienda, la complejidad de los productos, la calidad de la información y el mecanismo de los precios.

Otro resultado interesante es que el tamaño del inventario óptimo depende de qué tan complejo/fácil sea aprender sobre un producto. Si el proceso de aprendizaje sobre un producto es muy costoso, en términos de la atención requerida para aprender sobre dicho producto, será óptimo considerar menos opciones.

El modelo muestra que existen consecuencias importantes para las tiendas que se derivan de la atención limitada de los consumidores. Las tiendas constituyen el primer paso en el proceso de elección de los consumidores y las condiciones de elección que ofrezca la tienda determinarán si el consumidor irá o no a esta tienda. Se encuentra una relación negativa entre el número óptimo de opciones que DM quiere y la calidad de la tienda. Sin embargo, a menos que la tienda tenga una calidad muy alta, aumentará sus ganancias netas cuando su inventario aumente, disminuyendo la utilidad de los consumidores.

También se analiza con el modelo propuesto, cómo las preferencias por las tiendas afectan la estructura del mercado en un entorno competitivo. A pesar de que existe una relación positiva entre la calidad de la información y la variedad, incluso cuando solamente existe una empresa, parece que al menos dos empresas

son necesarias para tener una relación negativa entre el tamaño del inventario y la calidad promedio, para cualquier valor de calidad y no solamente para valores altos.

Por otro lado, existe una relación positiva entre la calidad de la información y el número óptimo de opciones. Ambos, el consumidor y la tienda, están mejor si se incrementa el inventario cuando la calidad de la información aumenta.

Si los consumidores prefieren conjuntos grandes o pequeños es en su mayoría la consecuencia de qué tan bien informados estarán para elegir un producto. Ni siquiera alta calidad por sí misma haría que los consumidores quisieran más variedad, el buen servicio al consumidor y la disponibilidad de información parecen ser esenciales para que un consumidor elija más variedad.

Si la calidad ofrecida por la tienda no es observable, para que la calidad de información ayude a la tienda a señalar a los clientes la verdadera calidad que ofrece al consumidor, es necesario que el precio óptimo, derivado de la maximización con información completa, cuando la calidad es alta sea mayor que el precio cuando la calidad es baja. Un precio alto no es suficiente para que en equilibrio el consumidor piense que la tienda es de alta calidad, pero un precio alto junto con un buen servicio al consumidor y el tamaño del inventario, son suficientes. Lo anterior se explica por que los beneficios para la tienda que proporciona buen servicio pero baja calidad, no son tan altos como los beneficios de las tiendas que ofrecen calidad alta.

Hasta el presente, la evidencia experimental se ha enfocado en estudiar los efectos del tamaño del conjunto de elección en la elección de los individuos y en analizar si los individuos eligen mejor o peor bajo condiciones de elección extensa. Pero no se ha prestado suficiente atención a estudiar si el DM internaliza su capacidad limitada, para procesar información, en su proceso de decisión y óptimamente preferiría restringir su conjunto de elección.

4. Apéndice

4.1. Demostración de la Sección 2

4.1.1. Demostración del Teorema 1

$$E_\ell(V_\ell) = E_\ell[1 - \beta_\ell^{n-1}(1-q)]$$

$f(\ell, n) = 1 - \beta_\ell^{n-1}(1-q)$ es cóncava en ℓ :

$$\frac{\partial(1-\beta_\ell^{n-1}(1-q))}{\partial \ell} > 0$$

$$\frac{\partial^2(1-\beta_\ell^{n-1}(1-q))}{\partial \ell^2} = q \ln(1-\theta)^2(1-\theta)^\ell(n-1)\beta_\ell^{n-3}(1-q) \left(-(n-2)q(1-\theta)^\ell - \beta_\ell \right) < 0$$

Según la desigualdad de Jensen, $E_\ell(f(\ell, n))$ es acotada superiormente por una función cóncava en n :

$$E_\ell(f(\ell, n)) \leq f(E_\ell(\ell), n) = 1 - (q(1-\theta)^{m_n \alpha_n} + 1-q)^{n-1}(1-q)$$

$f(m_n \alpha_n, n)$ es cóncava en n .

$f(m_n \alpha_n, n)$ es acotada inferiormente por q .

Para probar que existe $N > 0 \in \mathbb{N}$, tal que para cada $n > N$, $E_\ell(f(\ell, n))$ es decreciente y $E_\ell(f(\ell, n)) < q + \varepsilon$:

Para un $m \in \mathbb{N}$ fijo;

$$\frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} = - \left(\begin{array}{c} E_\ell[\beta_\ell^{n-1} \ln \beta_\ell] \\ + E_\ell \left[\left(l \alpha_n^{-1} \frac{\partial \alpha_n}{\partial n} + \left(-\frac{\partial \alpha_n}{\partial n} \right) (m-l) (1-\alpha_n)^{-1} \right) \beta_\ell^{n-1} \right] \end{array} \right)$$

$$\frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \text{ es continua en } \alpha_n \text{ y } \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \Big|_{\alpha_n=1} > 0 \text{ y } \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \Big|_{\alpha_n=0} < 0$$

Entonces, para cada función α_n con $\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n \rightarrow 0$

existe un $\bar{\alpha}$ tal que $\frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \Big|_{\alpha_n \leq \bar{\alpha}} < 0$

También si $m < m' \Rightarrow \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \Big|_m < \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \Big|_{m'}$.

Entonces, si $n' > n$ y $\frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \Big|_n < 0$ y $\frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \Big|_{n'} < 0$.

Por lo tanto, existe un n que maximiza $E_\ell(f(\ell, n))$.

4.1.2. Demostración del Lema 1

Para probar si $q' > q$, entonces $\frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \Big|_q \geq 0 \Rightarrow \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \Big|_{q'} \geq 0$

$$\frac{\partial E_\ell[\beta_\ell^{n-1} \ln \beta_\ell]}{\partial q} = E_\ell \left[(n-1)\beta_\ell^{n-2}((1-\theta)^\ell - 1) \ln \beta_\ell + \beta_\ell^{n-2}((1-\theta)^\ell - 1) \right] < 0$$

entonces $0 > E_\ell[\beta_\ell^{n-1} \ln \beta_\ell]_q > E_\ell[\beta_\ell^{n-1} \ln \beta_\ell]_{q'}$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \frac{\partial m_n}{\partial n} E_l \left[\left(\sum_{k=0}^{l-1} \frac{1}{m_n - k} \right) \beta_\ell^{n-1} \right]}{\partial q} &> 0 \\ 0 &> \frac{\partial m_n}{\partial n} E_l \left[\left(\sum_{k=0}^{l-1} \frac{1}{m_n - k} \right) \beta_\ell^{n-1} \right]_{q'} > \frac{\partial m_n}{\partial n} E_l \left[\left(\sum_{k=0}^{l-1} \frac{1}{m_n - k} \right) \beta_\ell^{n-1} \right]_q \\ \frac{\partial E_l \left[\left(l \alpha_n^{-1} \frac{\partial \alpha_n}{\partial n} + \left(\ln(1 - \alpha_n) + \left(-\frac{\partial \alpha_n}{\partial n} \right) (n - l) (1 - \alpha_n)^{-1} \right) \right) \beta_\ell^{n-1} \right]}{\partial q} &< 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \right|_q &\geq 0 \Rightarrow \\ \frac{\partial m_n}{\partial n} E_l \left[\left(\sum_{k=0}^{l-1} \frac{1}{m_n - k} \right) \beta_\ell^{n-1} \right] + E_l \left[\beta_\ell^{n-1} \ln \beta_\ell \right] &\leq \\ E_l \left[\left(l \alpha_n^{-1} \frac{\partial \alpha_n}{\partial n} + \left(\ln(1 - \alpha_n) + \left(-\frac{\partial \alpha_n}{\partial n} \right) (n - l) (1 - \alpha_n)^{-1} \right) \right) \beta_\ell^{n-1} \right] & \\ \frac{\partial m_n}{\partial n} E_l \left[\left(\sum_{k=0}^{l-1} \frac{1}{m_n - k} \right) \beta_\ell^{n-1} \right] < 0 \text{ y } E_l \left[\beta_\ell^{n-1} \ln \beta_\ell \right] < 0 & \end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$\left. \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \right|_{q'} \geq 0$$

4.1.3. Demostración del Lema 2

Para probar si $\theta' > \theta$, entonces $\left. \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \right|_\theta \geq 0 \Rightarrow \left. \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \right|_{\theta'} \geq 0$

$$\begin{aligned} 0 &> E_l \left[\beta_\ell^{n-1} \ln \beta_\ell \right]_\theta > E_l \left[\beta_\ell^{n-1} \ln \beta_\ell \right]_{\theta'} \\ 0 &> \frac{\partial m_n}{\partial n} E_l \left[\left(\sum_{k=0}^{l-1} \frac{1}{m_n - k} \right) \beta_\ell^{n-1} \right]_\theta > \frac{\partial m_n}{\partial n} E_l \left[\left(\sum_{k=0}^{l-1} \frac{1}{m_n - k} \right) \beta_\ell^{n-1} \right]_{\theta'} \\ \text{y} & \\ 0 &> E_l \left[\left(l \alpha_n^{-1} \frac{\partial \alpha_n}{\partial n} + \left(\ln(1 - \alpha_n) + \left(-\frac{\partial \alpha_n}{\partial n} \right) (n - l) (1 - \alpha_n)^{-1} \right) \right) \beta_\ell^{n-1} \right]_{\theta'} \\ &> E_l \left[\left(l \alpha_n^{-1} \frac{\partial \alpha_n}{\partial n} + \left(\ln(1 - \alpha_n) + \left(-\frac{\partial \alpha_n}{\partial n} \right) (n - l) (1 - \alpha_n)^{-1} \right) \right) \beta_\ell^{n-1} \right]_\theta \end{aligned}$$

por lo tanto:

$$\left. \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \right|_{q'} \geq 0$$

4.1.4. Demostración del Lema 3

$b(m_n, \alpha_n)$ y $\hat{b}(\hat{m}_n, \hat{\alpha}_n)$

$(m_n, \alpha_n) \geq (\hat{m}_n, \hat{\alpha}_n)$

$$\left. \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \right|_{(m_n, \alpha_n)} < 0 \Rightarrow \left. \frac{\partial E_\ell(f(\ell, n))}{\partial n} \right|_{(\hat{m}_n, \hat{\alpha}_n)} < 0$$

por lo tanto, $n \geq \hat{n}$

4.2. Decisiones de las Tiendas

Tiendas:

Las ganancias netas se pueden representar como:

$$\Pi(q, n, p) = p_\ell \left(1 - \sum_{j=\ell+1}^m \binom{m}{j} \alpha_n^j (1 - \alpha_n)^{m-j} \beta_j^n \right) - c(n) - g(q)$$

Siempre y cuando el precio sea menor que uno, $\left(1 - \sum_{j=\ell+1}^m \binom{m}{j} \alpha_n^j (1 - \alpha_n)^{m-j} \beta_j^n \right)$ será creciente en n

El beneficio marginal de agregar un elemento adicional:

$$p_\ell \left(\sum_{j=1}^m \binom{m}{j} \beta_j^n \left(\alpha_n^j (1 - \alpha_n)^{m-j} - \alpha_{n+1}^j (1 - \alpha_{n+1})^{m-j} \beta_j \right) \right)$$

costos marginales de agregar un elemento adicional: $c'(n)$.

Lema 6 *Mayor calidad implica un inventario óptimo mayor/menor para la tienda (si la demanda es menor que uno/uno).*

Demostración Si el precio es tal que la demanda es menor que uno:

Cuando la calidad aumenta, las ganancias netas aumentan por dos vías:

1. β_j^n decrece por cada j . Mientras mayor j , β_j^n disminuye más .
2. Los precios se incrementan.

Eso significa que el beneficio marginal de cada n es creciente en q .

La condición para establecer n óptima es:

$$p_\ell D_n = c'(n)$$

cuando q cambia:

$$\frac{\partial p_\ell}{\partial q} D_n + p_\ell \frac{\partial D_n}{\partial q}$$

$\frac{\partial p_\ell}{\partial q} D_n$ es positiva y decrece cuando la calidad aumenta.

$p_\ell \frac{\partial D_n}{\partial q}$ es positiva y decrece cuando la calidad aumenta.

Por lo tanto, si la demanda es menor que uno: cuando q aumenta, el inventario óptimo es al menos tan grande.

Si la calidad es suficientemente alta, tal que la demanda ya es uno: el inventario óptimo decrece.

4.2.1. Demostración del Lema 4

$$\Pi(q, n, p) = p_\ell \left(1 - \sum_{j=\ell+1}^m \binom{m}{j} \alpha_n^j (1 - \alpha_n)^{m-j} \beta_j^n \right) - c(n) - g(q)$$

Para probar que costos marginales menores implican mayor calidad:

si $g_1(q) < g_2(q)$ para cada q y $g'_1(q) < g'_2(q)$

La decisión óptima para la empresa para invertir en calidad es:

$$p_\ell D_q + p_{\ell q} D - c'(n) \frac{\partial n}{\partial q} = g'(q)$$

En el óptimo si los costos son altos: (n_2, q_2, p_2)

$$p_\ell D_q + p_{\ell q} D - c'(n) \frac{\partial n}{\partial q} > g'_1(q)$$

$\frac{\partial(p_\ell D_q + p_{\ell q} D)}{\partial q}$ es decreciente en q y $c'(n) \frac{\partial n}{\partial q}$ es creciente en q . Por lo tanto, es óptimo aumentar q .

Para probar que mayor calidad implica mayores precios:

p_ℓ es creciente en q . La demostración termina si para la nueva calidad todavía es óptimo poner el precio ℓ .

Si para q baja, el precio óptimo es p_ℓ^L y para q_H es óptimo poner $p_{\ell+k}^H$ y $p_{\ell+k}^H < p_\ell^L$

Si en lugar de cobrar p_ℓ^L , la tienda cobra $p_{\ell+1}^H$

las ganancias van a

$$\text{a) decrecer por: } (p_\ell^L - p_{\ell+k}^H) D_\ell^L < (p_\ell^H - p_{\ell+k}^H) D_\ell^H$$

$$\text{b) incrementar por: } p_{\ell+k}^H x_L > p_{\ell+k}^H x_H$$

$$\text{Donde } x_j = \binom{m}{k+1} \alpha_n^{k+1} (1 - \alpha_n)^{m-k-1} \beta_{k+1,j}^n$$

Eso implica que no maximizaría las ganancias si cobran $p_{\ell+1}^H$ cuando la calidad es mayor.

4.2.2. Demostración del Lema 5

La ganancia marginal de un producto adicional n si θ aumenta es:

$$\frac{\partial p_\ell}{\partial \theta} D_n + p_\ell \frac{\partial D_n}{\partial \theta}$$

$p_\ell = q$ y la calidad es fija.

$$\frac{\partial D_n}{\partial \theta} > 0$$

por lo tanto, la ganancia marginal de n es creciente en θ y el inventario óptimo si θ aumenta es mayor.

Si para algunos ℓ : $\frac{\partial p_\ell}{\partial \theta} D_n + p_\ell \frac{\partial D_n}{\partial \theta} < 0$, entonces sería óptimo de reducir n : (q, θ, n_L, p_ℓ) , pero existe un $\ell' < \ell$ tal que $\frac{\partial p_{\ell'}}{\partial \theta} D_n + p_{\ell'} \frac{\partial D_n}{\partial \theta} > 0$, y las ganancias netas son mayores:

sería óptimo aumentar n : $(q, \theta, n_h, p_{\ell-k})$

$$\Pi(q, \theta, n_h, p_{\ell-k}) > \Pi(q, \theta, n_L, p_\ell)$$

$$D(q, \theta, n_h, p) > D(q, \theta, n_L, p) \text{ para cada precio } p$$

$$D(q, \theta, n_h, p_{\ell-k}) > \Pi(q, \theta, n, p_{\ell-k}) > \Pi(q, \theta, n, p_\ell)$$

$$\Pi(q, \theta, n, p_{\ell-k}) = p_{\ell-k} D(q, \theta, n, p_{\ell-k}) - c(n)$$

$$\frac{\partial p_{\ell'}}{\partial \theta} D_n + p_{\ell'} \frac{\partial D_n}{\partial \theta} > 0 \text{ y}$$

Para cada $n < n_L : p_{\ell-k} D_n > p_\ell D_n$, así que

$$\Pi(q, \theta, n_h, p_{\ell-k}) > \Pi(q, \theta, n_L, p_\ell)$$

4.2.3. Demostración de la Proposición 1

Denota $\phi_j^* = (p_j, n_j, \theta_j) = \arg \max_\phi \Pi(q_j, \phi)$ y $p_H > p_L$

Para probar que existe un equilibrio tal que:

i) $\hat{q}(\phi_j^*) = q_j$

ii) $\phi \in \{\phi_H^*, \phi_L^*\}$

Primero, se prueba que para cualquier $p_H > p_L$ la empresa no tendrá incentivos de desviar o engañar:

Caso 1: Si $p_H = q_H$ y $p_L = q_L$:

Si la empresa escoge q_L y p_H, θ_H, n_H :

$$p_H \left(1 - \sum_{j=1}^m \binom{m}{j} \alpha_{n_H}^j (1 - \alpha_{n_H})^{m-j} \left(q_L (1 - \theta_H)^j + 1 - q_L \right)^{n_H} \right) - c(n_H) - g(q_L) - c_1(\theta_H) <$$

$$p_H \left(1 - \sum_{j=1}^m \binom{m}{j} \alpha_{n_H}^j (1 - \alpha_{n_H})^{m-j} \left(q_H (1 - \theta_H)^j + 1 - q_H \right)^{n_H} \right) - c(n_H) - g(q_H) - c_1(\theta_H)$$

Eso sucede porque $n_H > n_L$ y el beneficio marginal para cada unidad es menor cuando engaña. Debido al hecho de que tienen que ofrecer n_H para engañar a los consumidores, entonces tienen que ofrecer un inventario hasta un punto donde los costos marginales excedan los beneficios marginales.

$$p_H D_n^{H,L} < c'(n_H)$$

$$p_H D_\theta^{H,L} < c'_1(\theta_H)$$

$$p_H D_q^{H,L} > g'(q_L)$$

La calidad tiene que aumentar hasta q_H para maximizar las ganancias netas.

Caso 2: Si $p_H = p_\ell$ y $p_L = p_{\ell+1}$ y Caso 3: Si $p_H = 1$ y $p_L = p_{\ell+1}$ son similares.

Si p_H es tal que cualquier consumidor que entra a la tienda compra: $p_H = p_m$ y $p_L = p_\ell$

Este caso solamente ocurre cuando q_H es tan alta que es óptimo para la tienda cobrar el precio menor y tener una demanda de uno. Nótese, aunque el precio de alta calidad es tal que cada consumidor compra, todavía $p_H > p_L$. En este caso, $n_H < n_L$

$$p_H - c(n_H) - g(q_L) - c_1(\theta_H) > p_H - c(n_H) - g(q_H) - c_1(\theta_H)$$

Por lo tanto, la tienda tendrá incentivos de desviarse.

Referencias

- [1] Baddeley, A., 1986. Working Memory. Clarendon Press, Oxford.
- [2] Boatwright, P., Nunes, J., 2001. Reducing assortment: An attribute-based approach. *J. Marketing* 65 (julio) 50-63.
- [3] Gabaix, X., Laibson, D., 2003. Bounded rationality and directed cognition. Documento de investigación no publicado. Massachusetts Institute of Technology and Harvard University, Cambridge, MA.
- [4] Gabaix, X., Laibson, D., Moloche, G., Weinberg, S., 2003. The allocation of attention: theory and evidence. Unpublished working paper. Massachusetts Institute of Technology and Harvard University, Cambridge, MA.
- [5] Gerstner, E. 1985. Do Higher Prices Signal Higher Quality? *Journal of Marketing Research*, 22 (2), 209-215.
- [6] Gourville, J., Soman, Dilip., 2005. Overchoice and Assortment Type: When and Why Variety Backfires. *Marketing Science* 24 (3), 382-395.
- [7] Hauser, J. y Wernerfelt, B., 1990. An Evaluation Cost Model of Consideration Sets. *Journal of Consumer Research* 16, 393-408.
- [8] Iyengar, S. y Lepper, M., 2000. When Choice is Demotivating: Can One Desire Too Much of a Good Thing? *Journal of Personality and Social Psychology*, 79 (6), 995-1006.
- [9] Jacoby, J., Speller, D., Berning, C., 1974. Brand Choice Behavior as a Function of Information Load: Replication and Extension. *The Journal of Consumer Research* 1 (1), 33-42.
- [10] Keller, K., Staelin, R., 1987. Effects of Quality and Quantity of Information on Decision Effectiveness. *The Journal of Consumer Research* 14 (2), 200-213.
- [11] Lapersonne, E., Laurent, G., Le Goff, J., 1995. Consideration sets of size one: An empirical investigation of automobile purchases. *Intern. J. of Research in Marketing* 12, 55-66.
- [12] Lavie, Nilli., 2005. Distracted and confused?: Selective attention under load. *TRENDS in Cognitive Science* 9 (2), 75-82.
- [13] McDowd, J. y Craik, F., 1988. Effects of Aging and Task Difficulty on Divided Attention Performance. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 14 (2), 267-280
- [14] Pashler, H., Johnston, J., 1998. Attentional limitations in dual-task performance. In: Pashler, H. (Ed.), *Attention*. Psychology Press, Hove, UK.
- [15] Rao, A., Monroe, K. 1989. The Effect of Price, Brand Name, and Store Name on Buyers' Perceptions of Product Quality: An Integrative Review. *Journal of Marketing Research*, 26 (3), 351-367.

- [16] Rohrer, D., Pashler, H., 2003. Concurrent task effects on memory retrieval. *Psychonomic Bulletin & Review* 10 (1), 96-103.
- [17] Shapiro, J. A "Memory Jamming" Theory of advertising, *University of Chicago*, Mayo 2006.
- [18] Wilson, A. "Bounded Memory and Biases in Information Processing." *Harvard University*, Mimeograph, Abril 2006. About This Shell