

Universidad ORT Uruguay  
Facultad de Administración y  
Ciencias Sociales

Tecnologías de rastreo en Internet  
e incentivos a proveer contenido  
de calidad

Entregado como requisito para la obtención del título de  
Master en Economía

Luis Fronés - 181294

Tutor: Flavia Roldán

2017

## **Declaración de autoría**

Yo, Luis Fronés, declaro que el trabajo que se presenta es obra de mi autoría.

Aseguro, bajo mi entera responsabilidad, que:

- La obra fue producida en su totalidad mientras realizaba el trabajo final del Master en Economía;
- Cuando he consultado trabajos publicados por otros, lo he atribuido con claridad;
- Cuando he citado obras de otros autores, he indicado las fuentes. Con excepción de dichas citas, la obra es enteramente de mi autoría;
- En la obra, he acusado recibo de las ayudas recibidas;
- Cuando la obra se basa en un trabajo realizado conjuntamente con otros, he explicado claramente qué parte fue contribuida por dichos terceros, y qué parte fue contribuida por mi persona;
- Ninguna parte de este trabajo ha sido publicada previamente a su entrega, excepto los casos en que se han realizado las aclaraciones correspondientes.



Luis Fronés

## Resumen

En este trabajo se estudia la relación entre eficiencia tecnológica y calidad en la provisión de contenido por parte de una plataforma que conecta usuarios y anunciantes. Las plataformas invierten en calidad de contenido para atraer tiempo de visita de los usuarios y así incrementar la probabilidad de que los anuncios sean vistos por los usuarios. A su vez, éstas utilizan tecnologías de rastreo para desplegar avisos con mayor probabilidad de interés para cada usuario. En un marco de *two-sided market* con usuarios *multi-homing* se analiza un mercado de duopolio. A partir de las formas funcionales consideradas se encuentra que en un mercado con tecnologías de rastreo suficientemente inmaduras es la plataforma con mejor tecnología quien ofrece una mayor calidad de contenido; un aumento de la tecnología de una plataforma, manteniendo constante la tecnología de la plataforma rival, genera un aumento en la calidad ofrecida de la plataforma que ve mejorada su eficiencia tecnológica y el efecto contrario sobre la competidora; cuando ambas plataformas ven mejorada su tecnología, es posible que ambas decidan invertir una mayor calidad de forma simultánea. En este escenario, una plataforma entrante podrá ingresar al mercado a ofrecer calidad. Por el contrario, en un mercado con plataformas de eficiencia tecnológica lo suficientemente altas es la plataforma ineficiente quien más incentivos tiene en ofrecer calidad; un aumento de la tecnología de una plataforma, manteniendo constante la tecnología de la plataforma rival, genera una reducción de la calidad ofrecida de la plataforma que ve mejorada su eficiencia tecnológica y el efecto contrario sobre la competidora. Cuando ambas plataformas ven mejorada su tecnología, es posible que ambas decidan invertir una menor calidad de forma simultánea. Por último, existe la posibilidad del surgimiento de un monopolio, y una plataforma entrante no podrá ingresar a un mercado con estas características. Finalmente se discute el impacto de los resultados mencionados en el bienestar de los anunciantes y de los usuarios, así como las implicancias de las políticas de regulación de privacidad en Internet.

# Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Antecedentes</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>El Modelo</b>	<b>7</b>
3.1	Plataformas: . . . . .	7
3.2	Usuarios: . . . . .	8
3.3	Anunciantes: . . . . .	8
3.4	Juego y estructura temporal: . . . . .	9
<b>4</b>	<b>Análisis del Equilibrio</b>	<b>11</b>
4.1	Juego de Precios Incrementales . . . . .	11
4.2	Calidad de contenido de equilibrio . . . . .	13
4.2.1	La decisión de calidad . . . . .	13
4.2.2	Potenciales ineficiencias en el mercado . . . . .	18
4.2.3	La estructura del mercado . . . . .	19
4.2.4	El efecto de la tecnología sobre la calidad . . . . .	20
4.2.5	El juego secuencial . . . . .	26
<b>5</b>	<b>Discusión</b>	<b>30</b>
	<b>Referencias citadas</b>	<b>34</b>
	<b>Apéndice 1: Pruebas</b>	<b>36</b>
	<b>Apéndice 2</b>	<b>41</b>
	<b>Apéndice 3</b>	<b>42</b>

# 1 Introducción

En las últimas décadas se ha asistido a un crecimiento sostenido de la industria de la publicidad en Internet, superando en cifras de ingresos a la mayoría de los otros medios de comunicación tradicional. Debido al progreso tecnológico, las firmas tienen nuevas oportunidades de publicitar sus productos a los usuarios de Internet y esto conlleva cambios respecto a los mercados de medios de comunicación tradicionales. Una de las características particulares del mercado de la publicidad en Internet es la capacidad de conectar a los usuarios con publicidad de forma individualizada: con la cantidad creciente de información disponible en Internet acerca de los usuarios, información obtenida a partir de *cookies*<sup>1</sup> por ejemplo, Internet permite el rastreo o seguimiento de usuarios y el direccionamiento de avisos a individuos de forma directa. Este fenómeno implica cambios en el funcionamiento del mercado de medios. Por ejemplo, manteniendo constantes los precios de los avisos y los productos publicitados, mejores tecnologías de rastreo tendrán un efecto positivo sobre los anunciantes ya que sus anuncios son malgastados con una menor probabilidad. De este modo, los sitios web podrían aumentar sus ingresos por publicidad. Al mismo tiempo, una tecnología de rastreo más eficiente podría incrementar la competencia entre anunciantes ya que los consumidores estarán mejor informados.

En este sentido, las tecnologías afectan los resultados del mercado y por tanto también tienen consecuencias sobre los usuarios de Internet. Por ejemplo, una consecuencia obvia es que los usuarios serán menos propensos a bloquear avisos si los avisos per se están generalmente en línea con sus preferencias. Sin embargo, pueden existir otros efectos no tan evidentes. Por ejemplo, para aumentar los ingresos provenientes de la publicidad, las plataformas tienen un incentivo a evitar que los usuarios cambien a otra plataforma mientras navegan por Internet. Esto es de particular relevancia en el mercado de Internet si consideramos el comportamiento *multi-homing* de la mayoría de sus usuarios, i.e. el hecho de que los usuarios de Internet visiten varios sitios web en una sesión de navegación. Una forma de lograr que el usuario permanezca consumiendo contenido en una plataforma es ofrecer contenido de alta calidad. Por ejemplo, un usuario que consume noticias en un sitio y

---

<sup>1</sup>Archivo que envía una plataforma web al disco duro del internauta que lo visita con información sobre sus preferencias y pautas de navegación.

es informado completamente en el sitio no tiene incentivos en consultar otra plataforma de noticias. Sin embargo, en caso de que la plataforma posea una tecnología de rastreo eficiente, los incentivos a invertir en calidad para retener la atención del usuario podrían debilitarse. Una tecnología de rastreo eficiente implica que con poco tiempo de permanencia del usuario en el sitio web la probabilidad de que el consumidor observe el aviso desplegado en la plataforma es alta, ya que se le direccionan los avisos que más se ajustan a sus preferencias. En este sentido, la calidad del contenido también puede verse afectada por las tecnologías de rastreo.

Respecto al posible efecto mencionado en el párrafo anterior, no se han encontrado trabajos en la literatura que analicen los incentivos de las plataformas a invertir en calidad de contenido para retener la atención de los usuarios de Internet, y cómo las tecnologías de rastreo de las plataformas podrían modificar estos incentivos. El objetivo principal del trabajo de tesis es el estudio de la relación entre la calidad del contenido ofrecido y las tecnologías de rastreo de las plataformas en un marco de duopolio. La pregunta central del trabajo es analizar si mayores tecnologías de rastreo podrían implicar una disminución de la calidad ofrecida, y en caso de que exista este efecto negativo sobre la calidad, identificar condiciones para su surgimiento así como su impacto en el bienestar de los diferentes participantes del mercado. Una mayor comprensión de esta relación puede proveer respuestas sobre la eficiencia del mercado de la publicidad en Internet, así como resultados potencialmente útiles para el debate sobre las políticas de privacidad en Internet.

A su vez, también se abordan las siguientes preguntas: ¿es la plataforma menos eficiente, es decir, la plataforma con menor capacidad de direccionar anuncios adecuados a sus usuarios, la que tiene los mayores incentivos a invertir en calidad de contenido con el fin de compensar su menor capacidad con mayor tiempo del usuario? Nótese que si es la plataforma ineficiente quién ofrece mayor calidad de contenido, los usuarios consumirán más tiempo en ella y existirán potenciales ineficiencias en el mercado: manteniendo los precios de los anuncios constantes, los anunciantes preferirán que los usuarios consumieran más tiempo en la plataforma que ofrece un mejor direccionamiento de sus anuncios, y en el mismo sentido, los usuarios podrían perderse valiosos anuncios al consumir tiempo en la plataforma con menor tecnología. Por otra parte, se analiza cómo la relación estudiada puede afectar la estructura del mercado: ¿la estructura del mercado de

equilibrio resultante depende del grado de asimetría entre las tecnologías de las plataformas?, ¿es posible el surgimiento de un monopolio en equilibrio?, ¿existen mayores incentivos a invertir en calidad de contenido en una estructura de mercado con dos plataformas ofreciendo contenido o con una sola?, ¿cuál es el impacto de la estructura del mercado sobre el bienestar de los participantes?

En este sentido, las respuestas a estas preguntas podrían tener implicancias para las políticas de regulación de Internet. Si la efectividad de las tecnologías se incrementa con la información de los usuarios disponible para las plataformas, es importante entender cómo las regulaciones de privacidad que restringen la información disponible para las plataformas afectan la calidad de contenido ofrecida, y así el bienestar de los diferentes participantes del mercado a través de la disminución de la eficiencia de las tecnologías de rastreo.

Finalmente, el trabajo también estudia cómo las tecnologías pueden afectar la decisión de una plataforma establecida en el mercado en cuanto a permitir la entrada de un nuevo competidor vía inversión en calidad de contenido. ¿Cuándo es más probable que una plataforma establecida acomode o impida<sup>2</sup> la entrada de un nuevo competidor al mercado?, ¿depende ésto de la eficiencia relativa de las tecnologías?, ¿qué tipo de plataforma establecida invierte más en calidad, una eficiente o una ineficiente? De este modo, las respuestas a estas preguntas pueden ser de utilidad para entender los efectos de las políticas de privacidad sobre la posibilidad de entrada al mercado de nuevas plataformas.

Para proveer respuestas a las preguntas planteadas se introduce un modelo de competencia de duopolio. Dos plataformas compiten por el tiempo de los usuarios para aumentar sus ganancias publicitarias. Adicionalmente a las tecnologías de rastreo con que cuentan las plataformas en Internet, el modelo intenta incorporar las características salientes del mercado de la publicidad en Internet (ver Peitz y Reisinger (2015) para una revisión del tópico). En primer lugar, la mayoría de las compañías de Internet, o plataformas, utilizan generalmente como modelo de negocio el financiamiento a través de avisos de forma exclusiva, en lugar de cobrar al usuario una suscripción para ingre-

---

<sup>2</sup>Para una definición de estos términos véase Tirole (1988).

sar al contenido ofrecido. Segundo, como ha sido bien documentado en la literatura, los usuarios de Internet se comportan de forma diferente en comparación a la forma de consumir programación televisiva, radio o periódicos. Mientras que el *multi-homing* podría ser también una característica del consumo de la programación televisiva, las plataformas de Internet financiadas con avisos son particularmente propicias a enfrentarse a este tipo de usuario que navegan a través de diferentes páginas web. De este modo, el impacto del *multi-homing* en la competencia de media es particularmente relevante para Internet. Finalmente, otra característica importante del mercado de media en Internet es la capacidad imperfecta de las plataformas en informar a sus visitantes: con la creciente cantidad de tiempo que los usuarios consumen de Internet y la fuerte dependencia de avisos publicitarios de los sitios web, los usuarios parecen ser cada vez menos receptivos a la publicidad desplegada en los sitios. Cómo se mencionó, los usuarios de Internet visitan múltiples sitios financiados con publicidad en una sesión de navegación dada, y de este modo el rastreo imperfecto del usuario por parte de las plataformas es aún más pronunciado. Como señalan Athey, Calvano and Gans (2014): *"This feature arises in any setting where there is some switching of users across publishers, but the publishers are not able to perfectly track which consumers have already seen an advertisement on another publisher. Even with advances in online advertising technology, given that consumers often access media through multiple devices (e.g. mobile phones and computers), imperfect tracking is an accepted feature of advertising"* (Athey et. al. (2014) pág 8). En este sentido, una mejor tecnología de rastreo, es decir, un mayor conocimiento de las preferencias del usuario que visita el sitio, o una mejor comprensión de su comportamiento de navegación, o del tipo de contenido donde consume mayor tiempo, provee a la plataforma ésta una mayor posibilidad de direccionar al consumidor el aviso adecuado, y por tanto, un mayor precio a los anunciantes podrá ser cobrado.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente forma: la siguiente sección discute los trabajos relevantes en el tema. La sección 3 introduce el modelo y la sección 4 presenta el análisis del equilibrio y los resultados. La sección 5 concluye y discute posibles extensiones y limitaciones del análisis. Las pruebas se presentan en el apéndice.



## 2 Antecedentes

El presente trabajo está relacionado a la literatura de *two-sided market* en *media economics* (ver Anderson y Jullien (2015), y Armstrong (2006) para una reseña del tópico). Los modelos estándar de *media economics* (a partir de Anderson and Coate (2005)) se restringen a usuarios de media que consumen una única plataforma o usuarios *single-homing*. En este sentido, los trabajos más relevantes para el presente estudio son aquellos que introducen el comportamiento *multi-homing* del lado de los usuarios: Ambrus y Reisinger (2006), Ambrus, Calvano and Reisinger (2016), Anderson, Foros and Kind (2016) y Athey et. al.(2014). Estos trabajos hacen foco en las implicancias sobre los resultados del mercado de usuarios *multi-homing* respecto de mercados de media con usuarios *single-homing*. Uno de las principales resultados de esta literatura es que los usuarios *multi-homing* son menos valiosos para las plataformas ya que las mismas no pueden apropiarse completamente del valor que estos usuarios tienen para los anunciantes al compartirlos con otras plataformas.

El presente trabajo tiene dos diferencias principales con esta literatura. En primer lugar, no se asume la posibilidad de restricciones de espacio publicitario en las plataformas, esto implica que el foco no está en el *trade-off* de aumentar la cantidad de avisos desplegados contra perder algunos usuarios por desagrado a la publicidad. Esta diferencia simplifica el análisis de la decisión de la plataforma de invertir en calidad de contenido para incrementar las ganancias publicitarias, ya que las plataformas consideran únicamente las preferencias de los usuarios por contenido sin preocuparse por la posible pérdida de usuarios descontentos por la cantidad de avisos desplegados en el sitio. Segundo, todos los usuarios considerados en el modelo propuesto son *multi-homing*, y lo que importa para la plataforma es la cantidad de usuario-tiempo que puede obtener a través de la calidad del contenido ofrecido. Los trabajos mencionados introducen de forma exógena la proporción relativa entre usuarios *multi-homing* y *single-homing* con que una plataforma cuenta y no se analiza cómo los usuarios *multi-homing* dividen su tiempo de consumo entre plataformas. Por el contrario, el modelo introducido presenta un usuario representativo que deriva utilidad de pasar tiempo en cada plataforma consumiendo contenido, y la cantidad de tiempo a cada plataforma se determina de forma endógena. Así, la única forma de que surjan usuarios *single-homing* en el modelo es bajo un equilibrio de monopolio.

Por otro lado, de entre la literatura que hace foco en *media economics* de Internet, los trabajos más relacionados son aquellos que analizan las implicaciones de las tecnologías de rastreo disponibles en Internet. De Corniere and De Nijs (2016) investigan los incentivos de las plataformas para instalar una tecnología de rastreo y las implicancias de la decisión de la plataforma de permitir a potenciales anunciantes acceder a la información recopilada sobre las características de los usuarios. Pan and Yang (2014) estudian *targeted advertising*, o publicidad dirigida, en un marco de *two-sided markets* considerando la competencia entre dos plataformas con diferentes tecnologías disponibles sobre usuarios *single-homing*. Su interés recae en cómo las asimetrías tecnológicas se trasladan en asimetrías en los precios de los anuncios de equilibrio y en la cantidad de publicidad desplegada. Finalmente, Taylor (2011) se centra en los incentivos de las plataformas en proveer calidad para incrementar el poder de mercado de sus anunciantes. En su modelo, los usuarios desconocen la calidad de contenido de una plataforma antes de visitarla, y en este sentido acceden a las mismas de forma aleatoria. Su principal foco es la interacción entre la competencia entre anunciantes en el mercado de los productos publicitados y la decisión de los consumidores de cambiar a otra plataforma.

## 3 El Modelo

### 3.1 Plataformas:

El modelo introduce dos plataformas indexadas por  $i \in \{1, 2\}$ . Se asume que las mismas se financian exclusivamente a través de publicidad, es decir, no cobran a los usuarios para acceder al contenido del sitio pero cobran a los anunciantes por desplegar avisos en la página.

Existe un rastreo imperfecto de los usuarios que acceden a la plataforma pues éstos no ven los anuncios con certeza. En este sentido, existe una probabilidad de que un usuario vea el anuncio en la plataforma  $i$ ,  $\phi(t_i, \theta_i)$ , que depende de la cantidad de tiempo que cada usuario consume en la plataforma ( $t_i$ ), y de la tecnología de rastreo de la plataforma ( $\theta_i$ ). Este último parámetro representa la capacidad de la plataforma de direccionar los anuncios hacia los usuarios de manera acorde a sus preferencias, o de desplegar los anuncios próximos al contenido donde el usuario consume más tiempo, aumentando de este modo la probabilidad de que éste vea el anuncio. Por otro lado, cuanto más tiempo el usuario consuma de una plataforma más probable que vea el anuncio en la misma, por lo que se asume que la probabilidad es creciente en el tiempo total consumido. Adicionalmente, en caso que el anuncio se encuentre desplegado en las dos plataformas, se denota  $\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)$  a la probabilidad que el usuario vea el anuncio en alguna de los dos plataformas que visita. Se asumen las siguientes formas funcionales para estas probabilidades:

$$\phi(t_i, \theta_i) = \theta_i t_i \leq 1 \quad \forall i \in \{1, 2\}; \quad \frac{\delta(\phi)}{\delta t_i} > 0 \quad (1)$$

$$\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) = \theta_1 t_1 + \theta_2 t_2 - \theta_1 t_1 \theta_2 t_2 \quad (2)$$

De este modo, la ecuación (2) implica que la probabilidad de que un usuario vea el anuncio en una plataforma es independiente de que registre el anuncio en la otra.

### 3.2 Usuarios:

Se asume una masa  $\mu$  de usuarios idénticos, y cada usuario deriva utilidad de consumir tiempo en cada plataforma. Se asume que las preferencias tienen la siguiente forma funcional:

$$U(t_1, t_2) = \alpha_1 t_1 + \alpha_2 t_2 - \frac{1}{2} \beta (t_1^2 + t_2^2) \quad (3)$$

donde  $t_i$  es la cantidad de tiempo consumida en la plataforma  $i$  y  $\alpha_i > 0$  es la calidad del contenido ofrecido por la plataforma  $i$ . Se asume concavidad estricta, lo que implica que  $\beta > 0$ .

### 3.3 Anunciantes:

Se asume una masa  $A$  de anunciantes homogéneos que están dispuestos a pagar \$1 por un contacto exitoso con un usuario de la plataforma. De este modo, se asume que todos los usuarios son igualmente atractivos para todos los anunciantes. Por otra parte, se asume que la publicidad es informativa, no persuasiva, y por tanto el anunciante sólo valora la primera vez que el usuario es alcanzado por un aviso, mientras que las posteriores ocasiones en que el anuncio es visto no tienen valor. Este supuesto implica que cada anunciante compra la impresión de un solo aviso por plataforma<sup>3</sup>, y por tanto el número de anunciantes presentes en cada plataforma es igual al número de avisos desplegados en la misma.

Si un anunciante compra una impresión en la plataforma  $i$ , éste conlleva un valor  $(\$1)\phi(t_i, \theta_i)\mu$  para el anunciante, esto es, la disposición a pagar por un contacto exitoso con un usuario, \$1 (omitido de aquí en más), por

---

<sup>3</sup>Anderson et. al. (2016) asumen que sólo la primera impresión en una plataforma tiene valor para el anunciante, pero las impresiones en otras plataformas que comparten el mismo usuario tienen un valor positivo pero decreciente. Por otra parte, Athey et. al. (2014) señalan: "*In practice, most advertisers have a target range for the number of impressions per consumer (e.g., between 3 and 8 is often considered ideal for online display advertising (Yuan, Wang and Zhao, 2013)). In our model, we capture the idea of diminishing returns in the number of impressions per consumer by simply assuming that each advertiser values only the first impression on each consumer and all additional impressions are wasted. This is a simplifying assumption; what matters for our analysis is that there are diminishing returns to duplicate ad impressions on the same consumer (Athey et. al. (2014) pág 6)*".

la probabilidad de que el usuario vea el anuncio en la plataforma,  $\phi(t_i, \theta_i)$ , por el número de usuarios que visitan la plataforma,  $\mu$ . De este modo, se denota  $S_i = \phi(t_i, \theta_i)\mu - P_i$  a la utilidad del anunciante de comprar una impresión en la plataforma  $i$  exclusivamente, donde  $P_i$  es el precio cargado por la plataforma. En este sentido, si al anunciante sólo le importa un único contacto exitoso con los usuarios, la decisión de comprar una impresión en una plataforma no se toma de forma independiente a la de comprar una impresión en otra plataforma que comparta estos usuarios. Para ver esto nótese que si el anunciante decide comprar adicionalmente una impresión del anuncio en la otra plataforma  $j$ , el valor para el anunciante de esta impresión será el valor incremental que la nueva plataforma ofrece en cuanto a la probabilidad de informar al consumidor,  $(\$1)[\phi_{ij}(t_i, t_j, \theta_i, \theta_j) - \phi(t_i, \theta_i)]\mu$ , menos el precio cargado por la plataforma  $j$ ,  $P_j$ . De esta forma, si existe rastreo imperfecto de los usuarios y si los anunciantes sólo valoran la primera impresión, el valor para un anunciante de comprar una impresión en las dos plataformas es la probabilidad de alcanzar al consumidor en alguna de las dos plataformas. Esto implica que la utilidad de comprar una impresión del anuncio en ambas plataformas  $i$  y  $j$  puede expresarse como  $S_{ij} = [\phi_{ij}(t_i, t_j, \theta_i, \theta_j)]\mu - P_i - P_j$ .

Finalmente, se introduce la demanda de los anunciantes. En el caso que  $S_{ij} \geq \max\{S_i; S_j; 0\}$ , los anunciantes elegirán comprar el anuncio en ambas plataformas, y en caso de que  $\max\{S_i; S_j\} > \max\{S_{ij}; 0\}$ , el anunciante comprará el anuncio en la plataforma que le ofrezca mayor utilidad<sup>4</sup>. Nótese que como en Anderson et. al. (2016) se asume que si un anunciante es indiferente entre poner el aviso en una plataforma o en las dos simultáneamente, elegirá poner el anuncio en ambas. Más aún, si  $S_{ij} = S_i = S_j = 0$ , los anunciantes estarán presentes en ambas plataformas.

### 3.4 Juego y estructura temporal:

Se analiza un juego donde las plataformas simultáneamente eligen la calidad del contenido ofrecido. La estructura temporal del juego es la siguiente: en una primera etapa, las plataformas eligen de forma simultánea la calidad del contenido a ofrecer para atraer visitantes,  $\alpha_1, \alpha_2$ . En la etapa final, las

---

<sup>4</sup>Para el caso  $S_i = S_j > S_{ij}$ , se asume que la regla de quiebre es la división de la demanda de anunciantes en partes iguales entre las plataformas. Sin embargo, este caso no es relevante para el cálculo del equilibrio.

plataformas simultáneamente establecen los precios de los anuncios, los anunciantes deciden en cuál plataforma o plataformas comprar la impresión de sus anuncios, y los usuarios eligen la cantidad de tiempo a consumir en cada plataforma. El concepto de equilibrio utilizado en el análisis es Equilibrio de Nash en subjuego Perfecto (*subgame perfect Nash equilibrium (SPNE)*, ver Fudenberg y Tirole (1991)).

## 4 Análisis del Equilibrio

En esta sección se presenta el equilibrio del juego propuesto y su análisis. El juego se resuelve por inducción hacia atrás: en una primera instancia, tomando como dadas las calidades del contenido ofrecido en cada plataforma, se analiza la decisión de equilibrio de los participantes, es decir, el juego de precios entre las plataformas, y la decisión de los usuarios y de los anunciantes. Finalmente, tomando como dado el resultado de la última etapa del juego comentada, se analiza la decisión de las plataformas sobre la calidad de contenido ofrecida.

### 4.1 Juego de Precios Incrementales

Este apartado analiza el equilibrio de la última etapa del juego. En primer lugar, nótese que la cantidad de tiempo que cada usuario destina a cada plataforma está ya definida en esta etapa del juego, ya que estas cantidades dependen de la calidad del contenido ofrecido por cada plataforma,  $\alpha_1, \alpha_2$ , definidas en la primera etapa del juego. Resolviendo el problema de los usuarios, tomando las condiciones de primer orden de la ecuación (3) y reordenando, obtenemos la cantidad de tiempo consumido en cada plataforma:

$$t_i^* = \frac{\alpha_i}{\beta} \quad (4)$$

Como se mencionó anteriormente, las plataformas eligen los precios de los anuncios de forma simultánea, y los anunciantes eligen en qué plataforma publicar sus anuncios. La función de beneficios de una plataforma puede ser definida en esta etapa del juego como  $\pi_i = P_i a_i - C_i$ , donde  $P_i$  es el precio por anuncio,  $a_i$  es la masa de anunciantes que publican sus anuncios en la plataforma  $i$  (que es igual al número de avisos publicados en la plataforma), y  $C_i$  representa el costo de proveer calidad de contenido que no es decisión de la plataforma en esta etapa del juego, y por lo tanto está dada. Como Anderson et. al. (2016) definen, el precio incremental es el valor incremental añadido al ingreso del anunciante por publicar un aviso en la plataforma respecto del ingreso que obtuviera sin la publicación del aviso. En el único equilibrio de Nash del subjuego (el juego definido por la última etapa del juego), las plataformas establecen los precios al valor incremental ofrecido.

Asumiendo subaditividad en la disposición a pagar de los anunciantes, esto es,

$$\phi(t_1, \theta_1) + \phi(t_2, \theta_2) > \phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) > \max\{\phi(t_1, \theta_1); \phi(t_2, \theta_2)\}$$

se obtiene un resultado similar al encontrado en Anderson et. al. (2016) para su modelo<sup>5</sup>:

**Resultado 1: Precios Incrementales.** *Considerando el tiempo que destinan los usuarios a cada plataforma definido en (4), en el único equilibrio de Nash cada plataforma establece su precio igual al valor incremental ofrecido:*

$$P_i^{IV} = [\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) - \phi(t_j, \theta_j)]\mu$$

y los anunciantes van a estar presentes en las dos plataformas.

De este modo, considerando las formas funcionales (1) y (2), tenemos que

$$P_i^{IV} = (\theta_i t_i - \theta_i t_i \theta_j t_j)\mu \quad (5)$$

En este sentido, la plataforma que ofrezca una mayor probabilidad de que los usuarios vean el anuncio ( $\phi(t_i, \theta_i)$ ), es la que cobrará un precio mayor. Así, asumiendo el mismo tiempo consumido en cada plataforma, la plataforma más eficiente, es decir, la plataforma con mejor tecnología de rastreo (mayor  $\theta_i$ ), cobrará un precio más alto. A su vez, para tecnologías igualmente eficientes (igual  $\theta_i$ ), la plataforma con mayor cantidad de tiempo destinado de los usuarios cobrará más.

Nótese que a pesar de considerar para el resto del análisis una forma funcional particular para las probabilidades la única condición necesaria para el resultado del juego de precios entre plataformas es la subaditividad del valor de los anunciantes de publicar un anuncio ( $\phi(t_1, \theta_1) + \phi(t_2, \theta_2) > \phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)$ ) al existir la posibilidad de que el usuario vea el anuncio en ambas plataformas. Si  $\phi(t_1, \theta_1) + \phi(t_2, \theta_2) = \phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)$ , entonces  $P_i = \phi(t_i, \theta_i)\mu$ , es decir, las plataformas cobran un precio que es igual a la

---

<sup>5</sup>Nótese que para nuestras formas funcionales particulares  $\phi(t_i, \theta_i) = \theta_i t_i$  y  $\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) = \theta_1 t_1 + \theta_2 t_2 - \theta_1 t_1 \theta_2 t_2$ , esta condición se satisface.



probabilidad que los usuarios vean el aviso en su plataforma pudiendo extraer todo el valor de los anunciantes<sup>6</sup>.

Un aspecto a destacar del equilibrio es que los anunciantes obtienen un excedente positivo ya que:

$$S_{12} = \phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)\mu - P_1^{IV} - P_2^{IV} = [\phi(t_1, \theta_1) + \phi(t_2, \theta_2) - \phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)]\mu = \theta_1 t_1 \theta_2 t_2 \mu > 0$$

El excedente es igual a la probabilidad de que los usuarios vean el aviso en ambas plataformas. De este modo, cuando existe subaditividad en la disposición a pagar de los anunciantes, debido a la presencia de usuarios *multi-homing* y del rastreo imperfecto del mercado, las plataformas no pueden extraer todo el excedente de los anunciantes. El excedente es mayor cuanto mayor el número de usuarios ( $\mu$ ), cuanto mayor la eficiencia de las tecnologías de rastreo ( $\theta_i$ ), y cuanto mayor es el tiempo destinado de los usuarios a cada plataforma ( $t_1$  y  $t_2$ ).

## 4.2 Calidad de contenido de equilibrio

### 4.2.1 La decisión de calidad

Considerando los resultados de la última etapa del juego analizada en la sección anterior, es posible resolver el juego de las calidades del contenido a ofrecer por parte de las plataformas. La función de beneficios de la plataforma  $i$  se define como:

$$\Pi_i(\alpha_i) = AP_i^{IV}(t_1(\alpha_1, \alpha_2), t_2(\alpha_1, \alpha_2)) - C(\alpha_i) \quad (6)$$

donde los resultados de la última etapa del juego son tomados en consideración: las plataformas fijan los precios al valor incremental ofrecido,  $P_i^{IV}(t_1(\alpha_1, \alpha_2), t_2(\alpha_1, \alpha_2))$ , y captan la totalidad de la masa de anunciantes,  $a_i = A$  para  $i \in \{1, 2\}$ . A su vez, las plataformas también consideran la cantidad de tiempo destinada por los usuarios, dada por (4), para un nivel de calidad dado.

---

<sup>6</sup>En este caso los anunciantes elegirán comprar un aviso en cada plataforma ya que en este caso  $S_1 = S_2 = S_{12} = 0$ .

De forma de asegurar la concavidad estricta de la función de beneficios, se asume que el costo de la inversión en calidad,  $C(\alpha_i)$ , es una función creciente y convexa de la calidad dada por:

$$C(\alpha_i) = \frac{\alpha_i^2}{2} \quad (7)$$

Debido a que no tiene impacto en los resultados y se ahorra en notación, se asume  $A = \mu = 1$ ; esto es, el tamaño de la masa de consumidores y anunciantes se normaliza en 1. Sustituyendo estas condiciones y la expresión de los precios de equilibrio dada en (5), la decisión de la calidad de la plataforma implica maximizar la siguiente función:

$$\Pi_i(\alpha_i) = \theta_i t_i^* - \theta_i t_i^* \theta_j t_j^* - C(\alpha_i)$$

Sustituyendo los tiempos de equilibrio consumidos:  $t_i^* = \alpha_i/\beta$ ,

$$\Pi_i(\alpha_i) = \frac{\theta_i}{\beta} \alpha_i - \frac{\theta_i \theta_j}{\beta \beta} \alpha_i \alpha_j - \frac{\alpha_i^2}{2}$$

y tomando las condiciones de primer orden y reordenando:

$$\frac{\theta_i}{\beta} - \frac{\theta_i \theta_j}{\beta \beta} \alpha_j = C'(\alpha_i) = \alpha_i$$

La expresión anterior muestra el resultado usual donde las plataformas igualan el beneficio marginal al costo marginal de la inversión. Reordenando, obtenemos la función de reacción de cada plataforma:

$$R_i(\alpha_j) = \alpha_i^*(\alpha_j) = \frac{\theta_i}{\beta} - \frac{\theta_i \theta_j \alpha_j}{\beta^2}$$

Dada la función de reacción podemos afirmar que las calidades de contenido ( $\alpha_i$  y  $\alpha_j$ ) son sustitutos estratégicos; es decir, cuando una plataforma decide aumentar la calidad de contenido ofrecida, la respuesta óptima de la otra plataforma es disminuir la inversión en calidad. Esto puede seguirse del signo de la siguiente expresión:

$$\frac{\delta R_i(\alpha_j)}{\delta \alpha_j} = -\frac{\theta_i \theta_j}{\beta^2} < 0$$

Como se establece en la expresión (2), la probabilidad de que un usuario vea el anuncio en ambas plataformas viene dada por la expresión:

$$\theta_i \theta_j t_i^* t_j^* = \frac{\theta_i \theta_j \alpha_i \alpha_j}{\beta^2} \quad (8)$$

y de este modo, un aumento de una unidad en la calidad ofrecida de una plataforma genera la disminución de la calidad ofrecida de la rival en un monto igual al cambio en la probabilidad de que un usuario vea el aviso en ambas plataformas producto de un cambio en ambas calidades:

$$\frac{\delta^2 \left( \frac{\theta_i \theta_j \alpha_i \alpha_j}{\beta^2} \right)}{\delta \alpha_i \delta \alpha_j} = \frac{\theta_i \theta_j}{\beta^2}$$

Como se mencionó en la sección anterior, el valor de esta probabilidad es igual al excedente de los anunciantes y por tanto no puede ser apropiado por las plataformas, de ahí que resulte conveniente para una plataforma reducir esta probabilidad invirtiendo una menor calidad ante un aumento de la misma producto de la inversión en calidad de la rival.

Considerando ambas funciones de reacción podemos hallar el equilibrio de calidades:

**Resultado 2: Calidad de contenido en duopolio** *Asumiendo las formas funcionales (1), (2), (3) y (7), el equilibrio de duopolio existe con ambas plataformas ofreciendo calidad de contenido positiva en los siguientes casos:*

i) Si  $\beta > \max\{\theta_i; \theta_j\}$ , o si

ii)  $\beta < \min\{\theta_i; \theta_j\}$

*En ambos casos las calidades de contenido ofrecido de equilibrio vienen dadas por la siguiente expresión:*

$$\alpha_i^* = \frac{\theta_i \beta (\beta^2 - \theta_j^2)}{\beta^4 - (\theta_i \theta_j)^2} \quad \text{para } i \in \{1, 2\} \quad (9)$$

*Cuando existe, éste es el único equilibrio con ambas plataformas en el mercado.*

Como se establece en el resultado 2, el equilibrio existe cuando las tecnologías de rastreo de ambas plataformas son simultáneamente menores o

mayores que  $\beta$ , parámetro que representa la curvatura de la función de utilidad de los usuarios . Para el caso restante,  $\beta \in [\theta_i, \theta_j]$ , la plataforma ineficiente no ofrece calidad de contenido,  $\alpha_j^* = 0$ , y por tanto no está en el mercado ya que el tiempo de los usuarios en la plataforma es nulo, esta situación se analiza en el siguiente apartado.

Por otra parte, a partir de la expresión (9) puede apreciarse que para el caso simétrico, es decir, cuando ambas plataformas tienen la misma tecnología,  $\theta_i = \theta_j$ , ambas deciden la misma calidad del contenido ofrecido. Ésto a su vez implica que los usuarios destinarán la misma cantidad de tiempo a cada plataforma, y por tanto precios y beneficios serán iguales.

En el caso que  $\theta_i \neq \theta_j$ , tenemos el siguiente resultado:

**Proposición 1:** *Asumiendo  $\theta_i > \theta_j$*

*i) Cuando los parámetros de eficiencia  $(\theta_i, \theta_j)$  son menores al parámetro de curvatura de la función de utilidad de los usuarios  $(\beta)$ ,  $\max\{\theta_i, \theta_j\} = \theta_i < \beta$ , la plataforma más eficiente es la que invierte más en calidad de contenido:  $\alpha_i^* > \alpha_j^*$ .*

*ii) Cuando los parámetros de eficiencia  $(\theta_i, \theta_j)$  son mayores al parámetro de curvatura de la función de utilidad de los usuarios  $(\beta)$ ,  $\min\{\theta_i, \theta_j\} = \theta_j > \beta$ , la plataforma más ineficiente es la que invierte más en calidad de contenido:  $\alpha_j^* > \alpha_i^*$ .*

*En ambos escenarios la plataforma que invierte más en calidad es la que obtiene mayor tiempo de los usuarios, cobra los mayores precios, y obtiene un beneficio mayor que su competidora.*

El anterior resultado puede analizarse en términos de los retornos que las plataformas reciben por invertir en una unidad adicional de calidad. En el óptimo, las plataformas igualan beneficio marginal al costo marginal de la inversión,

$$\frac{\delta P^{IV}}{\delta \alpha} = \frac{\delta C}{\delta \alpha} = \alpha^*$$

Por lo tanto, la plataforma que invierte más en calidad es la que obtiene

un mayor retorno de una unidad adicional de calidad de contenido, que viene dado por la expresión:

$$\frac{\delta P^{IV}}{\delta \alpha} = \frac{\theta_i}{\beta} - \frac{\theta_i \theta_j \alpha_j^*}{\beta^2} \quad (10)$$

A partir de la anterior expresión vemos que un aumento en la calidad tiene dos efectos de signo contrario. Por un lado, un aumento en la calidad aumenta el tiempo que los usuarios destinarán a la plataforma, y por tanto la probabilidad de que los usuarios vean el anuncio en la plataforma,  $\frac{\delta \phi_i}{\delta \alpha} = \frac{\theta_i}{\beta}$ . Por otro lado, un aumento en la calidad también genera un aumento en la probabilidad de que los usuarios vean el anuncio en las dos plataformas, es decir, una externalidad negativa en el retorno, de expresión  $-\frac{\theta_i \theta_j \alpha_j^*}{\beta^2}$ .

Si se sustituye en el retorno de una plataforma el valor de la función de reacción en equilibrio de la plataforma competidora se obtiene:

$$\frac{\delta P^{IV}}{\delta \alpha} = \frac{\theta_i}{\beta} - \left( \frac{\theta_i \theta_j}{\beta^2} \right) \frac{\theta_j}{\beta} + \left( \frac{\theta_i \theta_j}{\beta^2} \right)^2 \alpha_i^*$$

Es decir, un aumento en la calidad puede ser descompuesto ahora en tres efectos que pueden seguirse en cada uno de los términos de la expresión anterior. En primer lugar, el efecto directo mencionado en el párrafo anterior,  $\frac{\delta \phi_i}{\delta \alpha} = \frac{\theta_i}{\beta}$ . El segundo y tercer término forman parte de la externalidad negativa mencionada. El segundo término representa el aumento de la probabilidad de que los usuarios vean el anuncio en ambas plataformas producto del aumento de la calidad, mientras que el tercer término de la expresión representa un efecto de competencia: la disminución de la probabilidad que el anuncio sea visto en ambas plataformas producto de la disminución de la calidad de la plataforma competidora ante un aumento de la calidad (recordar que las calidades son sustitutos estratégicos).

De esta forma, cuál plataforma invertirá más en calidad dependerá de la relación entre el parámetro de eficiencia de las tecnologías y la curvatura de la función de utilidad de los usuarios. En el escenario en que  $\beta$  es mayor que el parámetro de eficiencia de las tecnologías, el primer efecto cobra mayor relevancia respecto a la externalidad negativa, y por tanto será la plataforma más eficiente quien invierta más en calidad ya que obtiene un mayor retorno de la inversión. En el escenario donde la eficiencia es mayor que el parámetro

de curvatura de la función de utilidad, el componente negativo de la externalidad (segundo término) es mayor que el efecto positivo de un aumento de la calidad sobre la probabilidad individual (primer término), y por tanto la plataforma que tendrá más incentivos en invertir en calidad para reducir este efecto negativo con el efecto competencia (tercer término) será aquella donde el término negativo de la externalidad sea mayor, es decir, la plataforma ineficiente.

#### 4.2.2 Potenciales ineficiencias en el mercado

En caso que la plataforma ineficiente invierta más en calidad y por tanto retenga un mayor tiempo de los usuarios podría implicar la aparición de ineficiencias en el mercado ya que avisos potencialmente valiosos para los usuarios no son direccionados de forma correcta por la plataforma de peor tecnología para el tiempo de visita que posee. En cambio, esta situación podría no darse en caso de que la plataforma eficiente sea quien invierta más en calidad y retenga mayor tiempo al usuario.

Sin embargo, el modelo propuesto no permite captar estas ineficiencias ya que no incorpora en los usuarios una utilidad derivada de ver avisos más cercanos a las preferencias individuales. Para incorporar este aspecto al análisis, se considera ahora que el parámetro  $\beta$  representa la desutilidad de la publicidad en las preferencias de los usuarios y es función de las tecnologías de las plataformas,  $\beta(\theta)$ , de forma tal que una tecnología que permita conectar preferencias y avisos de forma más eficiente reduzca la desutilidad generada por la publicidad, es decir,  $\beta'(\theta) < 0$ . Con este nuevo supuesto la utilidad indirecta de los usuarios en equilibrio se expresa:

$$V(\alpha_i^*, \alpha_j^*, \beta) = U(t_i^*, t_j^*) = \frac{\alpha_i^{*2}}{2\beta(\theta_i)} + \frac{\alpha_j^{*2}}{2\beta(\theta_j)}$$

De este modo, para analizar las potenciales ineficiencias que podrían surgir en el caso de una plataforma ineficiente ofreciendo mayor calidad que su rival, consideremos una calidad total ofrecida fija en el mercado y dos configuraciones de inversión entre plataformas: un mercado con la plataforma eficiente ofreciendo mayor calidad que la ineficiente (indexado por  $A$ ), y otro mercado (indexado por  $B$ ) donde la plataforma ineficiente es quien realiza una mayor inversión. Así, se tiene que

$$\alpha^A = \alpha_i^A + \alpha_j^A \quad \text{y} \quad \alpha^B = \alpha_i^B + \alpha_j^B$$

$$\text{con} \quad \alpha_j^B = \alpha_i^A > \alpha_j^A = \alpha_i^B$$

y asimetrías en las tecnologías,  $\theta_i > \theta_j$ . En este caso, por lo mencionado anteriormente,  $\beta(\theta_i) < \beta(\theta_j)$ : el desagrado de la publicidad es menor en caso de la plataforma  $i$  ya que ésta direcciona avisos más acorde a las preferencias de sus usuarios. De esta forma, resulta sencillo mostrar que  $V^A > V^B$ , es decir, los usuario preferirán un mercado con la plataforma eficiente invirtiendo más en calidad que su rival a pesar de que si  $\beta(\theta_i) < \beta(\theta_j) < \theta_j < \theta_i$ , es la plataforma ineficiente quien mayor calidad ofrece como se estableció en la proposición 1.

### 4.2.3 La estructura del mercado

Como se desprende de las expresiones de equilibrio dadas en (9), en caso de que  $\beta \in [\theta_j, \theta_i]$ , la plataforma ineficiente no ofrece calidad de contenido,  $\alpha_j = 0$ , y por tanto no está en el mercado ya que el tiempo de los usuarios en la plataforma es nulo. En esta situación, considerando la función de reacción de la plataforma eficiente, la misma maximiza sus beneficios en el nivel de calidad  $\alpha_i = \theta_i/\beta$ . Sin embargo, dado que este nivel de calidad implicaría una probabilidad superior a uno,  $\phi(t_i, \theta_i) = (\theta_i/\beta)\alpha_i > 1$ , el máximo restringido al conjunto factible para las probabilidad del modelo,  $\alpha_i \in [0, \beta/\theta_i]$ , se alcanza en  $\beta/\theta_i$ . Si la plataforma eficiente elige este nivel de calidad, la plataforma ineficiente continua encontrando óptimo no ofrecer calidad y por tanto tenemos un equilibrio de monopolio.

A su vez, cuando  $\beta < \theta_j < \theta_i$ , el equilibrio descrito en el párrafo anterior,  $(\alpha_i^*, \alpha_j^*) = (\frac{\beta}{\theta_i}, 0)$ , se mantiene. En esta situación también existe el equilibrio de monopolio de la plataforma ineficiente,  $(\alpha_i^*, \alpha_j^*) = (0, \frac{\beta}{\theta_j})$ . Es decir, en caso de que los parámetros de eficiencia de las tecnologías sean mayores al nivel de curvatura de la función de utilidad, tenemos múltiples equilibrios: el equilibrio de duopolio dado por las expresiones en (9), y los dos equilibrios de monopolio.

De esta forma, es posible analizar cuál estructura de mercado preferirán los participantes cuando ambas posibilidades existen. Si se compara la cali-

dad total ofrecida en duopolio ( $\alpha_i^* + \alpha_j^*$ ) respecto a la calidad en monopolio resulta sencillo mostrar que el mercado con dos plataformas ofrece una mayor calidad. Sin embargo, el impacto en el bienestar de los participantes no se sigue únicamente de la calidad total. Los resultados, que pueden seguirse en el Apéndice 2, indican que podrían existir situaciones donde los participantes tengan preferencias opuestas en cuanto a la estructura del mercado: los anunciantes obtendrían un mayor bienestar en el mercado duopólico, y los usuarios preferirán una estructura de monopolio en caso de tecnologías no demasiado eficientes. Por otra parte, comparando entre los equilibrios de monopolio, los usuarios preferirán siempre un monopolio de la plataforma ineficiente, quién debe de invertir más en calidad para que la plataforma eficiente prefiera no participar del mercado.

Por último, considerando los efectos de una relajación de las políticas de privacidad en Internet, en caso de que éstas impliquen un aumento de la eficiencia tecnológica de las plataformas, la misma podría tener efectos ambiguos sobre los participantes en cuanto a la estructura de mercado resultante: si la medida implica unos parámetros de eficiencia tecnológica que superen el nivel de curvatura de la función de utilidad de los usuarios, existe la posibilidad del surgimiento de un mercado monopólico. Ésto perjudica a los anunciantes respecto del mercado de duopolio, y a los usuarios solamente en caso de aumentos de eficiencia lo suficientemente elevados.

#### 4.2.4 El efecto de la tecnología sobre la calidad

A partir del resultado 2 es posible analizar el impacto de cambios en la eficiencia de las tecnología de rastreo sobre la calidad ofrecida de las plataformas en el mercado duopólico. En este sentido, se consideran dos escenarios: i) el efecto en las calidades ofrecidas por el aumento de la eficiencia tecnológica de una sola plataforma, manteniendo la eficiencia tecnológica de la otra plataforma constante; ii) el efecto en las calidades ofrecidas por el aumento de la eficiencia tecnológica de ambas plataformas. De este modo, para el primer caso tenemos el siguiente resultado:

**Proposición 2:** *Un aumento en la eficiencia tecnológica de la plataforma  $i$  ( $\theta_i$ )<sup>7</sup> implica que:*

---

<sup>7</sup>Nótese que no se establece que la plataforma  $i$  sea la plataforma eficiente o ineficiente



*i) en caso que  $\max\{\theta_i, \theta_j\} < \beta$ , la calidad ofrecida por la plataforma  $i$  en equilibrio aumenta y la calidad ofrecida por la plataforma  $j$  disminuye. A su vez, el incremento en la calidad de la plataforma  $i$  es mayor a la reducción generada en la calidad de la plataforma  $j$ .*

*ii) en caso que  $\min\{\theta_i, \theta_j\} > \beta$ , la calidad ofrecida por la plataforma  $i$  en equilibrio se reduce y la calidad ofrecida por la plataforma  $j$  aumenta. A su vez, la disminución en la calidad de la plataforma  $i$  es mayor al aumento generado en la calidad de la plataforma  $j$*

Como se desprende de la proposición 2, el efecto de un aumento de la eficiencia tecnológica de la plataforma  $i$  sobre las calidades de equilibrio va a depender de la relación entre el nivel de eficiencia de las tecnologías y el parámetro de curvatura de la función de utilidad. En el caso en que  $\theta_i$  y  $\theta_j$  sean menores al parámetro  $\beta$ , lo que determina en mayor medida la decisión de inversión de las plataformas es el aumento en la probabilidad de que los usuarios vean el anuncio en la propia plataforma,  $\frac{\delta\phi_i}{\delta\alpha} = \frac{\theta_i}{\beta}$ , en lugar del efecto de la externalidad negativa de la inversión antes mencionado (ver expresión (10)), por tanto, la plataforma con tecnología mejorada decide aumentar su calidad ofrecida ya que el retorno de la inversión aumenta al aumentar  $\theta_i$ . Así, al ser las calidades sustitutos estratégicos, éste aumento en la inversión genera la disminución de la calidad en la plataforma rival . A su vez, nótese que se genera un impacto positivo en la calidad total ofrecida en el mercado ya que el aumento de calidad en la plataforma con tecnología mejorada más que compensa la disminución generada en la plataforma con tecnología constante.

En el otro caso, cuando el parámetro de eficiencia de las tecnologías es suficientemente alto en relación a  $\beta$ , la plataforma que mejora su eficiencia tecnológica encuentra beneficioso disminuir su calidad en equilibrio. La externalidad negativa de la inversión es lo suficientemente alta para que la plataforma con tecnología mejorada prefiera disminuir su calidad para reducir la probabilidad de que el anuncio sea visto en ambas plataformas, considerando igualmente que la plataforma rival aumentará su inversión y así ésta probabilidad. Considerando la calidad total ofrecida en el mercado, el efecto sobre la calidad total en este escenario es negativo.

---

en la proposición.

Asumiendo que una disminución en las restricciones de privacidad en Internet genera un aumento en la eficiencia de la tecnología de rastreo de la plataforma  $i$ , mientras que la decisión de política no tiene impacto en la plataforma  $j$ , la proposición anterior resulta útil para caracterizar los cambios generados en las calidades. Sin embargo, el impacto de la política sobre el bienestar de los usuarios puede ser positivo o negativo en los dos casos considerados en la proposición dependiendo de cual plataforma ve aumentada su eficiencia. En este sentido, a pesar de que en el escenario donde  $\max\{\theta_i, \theta_j\} < \beta$  la calidad total ofrecida en el mercado aumenta ante la política, el efecto sobre los usuarios puede ser negativo en caso de que la plataforma que ve aumentada su eficiencia sea la ineficiente. Por otra parte, a pesar de que la calidad total ofrecida disminuiría ante la medida considerada en el escenario donde  $\min\{\theta_i, \theta_j\} > \beta$ , es posible que el efecto sobre los usuarios sea positivo en caso de que sea la plataforma eficiente quien ve aumentada su eficiencia. Para el caso de los anunciantes, la medida genera efectos positivos y negativos en ambos escenarios<sup>8</sup>.

Consideremos ahora que una relajación de las restricciones de privacidad genera un aumento en la eficiencia de las tecnologías de ambas plataformas de forma simultánea. Para facilitar el análisis supongamos que las plataformas aumentan la eficiencia de sus tecnologías pero la diferencia entre ellas se mantiene, es decir, supondremos para el análisis que  $\theta_i = \mu + \theta_j$ , y  $\mu$  se mantiene constante ante la política. Dado que la caracterización matemática de los efectos de esta política sobre la calidad es más compleja que en el caso anterior<sup>9</sup>, se presenta un ejemplo que permite visualizar el impacto.

En este sentido, a continuación se fija un valor para  $\beta$  y  $\mu$ , y se grafican las calidades de equilibrio para diferentes valores de tecnología de la plataforma ineficiente  $\theta_j$ . Recordar que el análisis se realiza para  $\theta_i = \mu + \theta_j$ , por lo que a medida que aumenta  $\theta_j$ ,  $\theta_i$  también es más alto.

---

<sup>8</sup>En el apéndice 3 se expone la caracterización matemática del efecto de esta política sobre el bienestar de los participantes.

<sup>9</sup>Es posible demostrar que el efecto de la política sobre la calidad es negativo para tecnologías altas, en el escenario donde  $\min\{\theta_i, \theta_j\} > \beta$ , ya que ambas plataformas disminuyen su calidad simultáneamente.

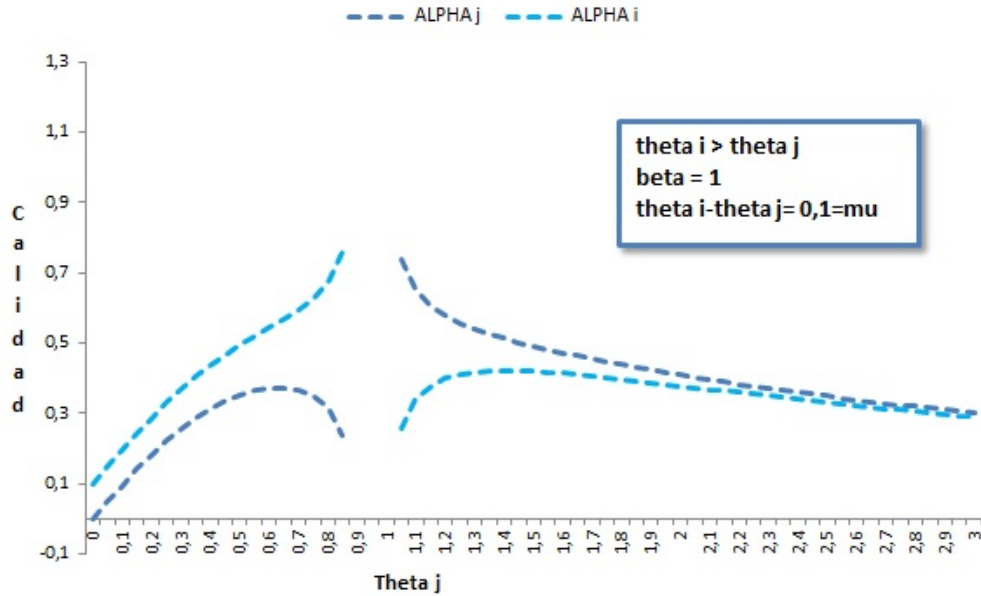


Figura 1: Calidades de equilibrio ante mejoras tecnológicas

Como se puede apreciar del gráfico, el equilibrio de calidades existe para dos regiones:  $\theta_i < \beta$  y  $\beta < \theta_j$ , como se estableció en el resultado 2. A su vez, como se expuso en la proposición 1, se puede apreciar que para parámetros tecnológicos menores que  $\beta$ , la plataforma eficiente invierte más en calidad, y sucede lo contrario cuando la eficiencia tecnológica es elevada en relación al grado de curvatura de la función de utilidad.

Para analizar el efecto de un aumento de la eficiencia tecnológica sobre las calidades de equilibrio se puede dividir el gráfico en 4 regiones, según va aumentando la eficiencia de las tecnologías. En la primera región, para niveles tecnológicos bajos, el efecto del aumento de la eficiencia tecnológica sobre las calidades ofrecidas es positivo para ambas plataformas. En esta región, el efecto del aumento de la eficiencia tecnológica sobre la propia probabilidad de que los usuarios vean el anuncio domina al efecto de la externalidad negativa, y ambas plataformas aumentan su calidad en equilibrio.

La segunda región, con tecnologías mayores que en la primera región pero menores que  $\beta$ , el efecto sobre la calidad de la plataforma eficiente es positivo, mientras que para la plataforma ineficiente es negativo. En la tercer región,

una vez que las tecnologías son mayores que  $\beta$ , el efecto sobre las calidades de equilibrio es el mismo cualitativamente al de la región 2. En ambos casos, la plataforma eficiente continúa encontrando conveniente aumentar su calidad ante el aumento de la eficiencia, mientras que en la decisión de la plataforma ineficiente empieza a dominar el efecto de la externalidad negativa de un aumento en la calidad.

En la región 4, donde los parámetros de eficiencia de las tecnologías son suficientemente altos, el efecto del aumento en la eficiencia tecnológica sobre la calidad es negativo. De este modo, al igual que en el caso ii) de la proposición 2, se encuentra una situación donde la eficiencia tecnológica y la calidad total ofrecida en el mercado se mueven en dirección opuesta. Nótese que el resultado en el presente análisis es más fuerte que en el caso de la proposición anterior: aquí ambas plataformas reducen la calidad ofrecida simultáneamente, mientras que en el análisis anterior una plataforma disminuía su calidad en mayor medida que el aumento de su competidora. La intuición del resultado es la misma que se mencionó anteriormente, ambas plataformas encuentran conveniente reducir su calidad para disminuir la probabilidad de que los usuarios vean el anuncio en ambas plataformas, aumentando de este modo el precio cobrado a los anunciantes, y éste efecto domina el efecto competencia que pudiera existir por ser las calidades sustitutos estratégicos en el juego.

Finalmente, en cuanto al impacto de la política sobre el bienestar de los participantes, el siguiente gráfico permite identificar los efectos:

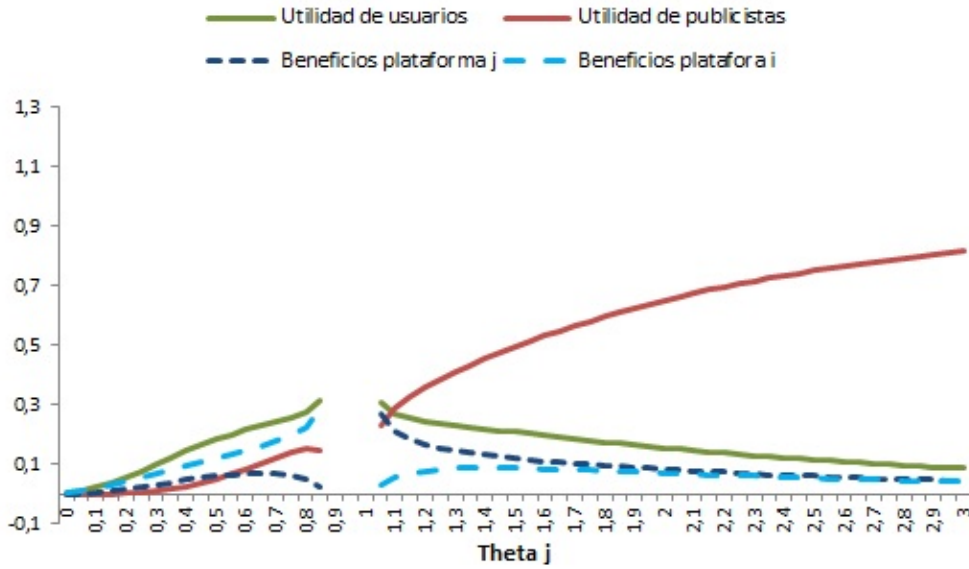


Figura 2: Análisis de bienestar ante el aumento tecnológico

Como se desprende del gráfico, los beneficios de las plataformas siguen una trayectoria similar a las calidades de contenido presentadas en el gráfico anterior, obteniendo un mayor beneficio quién más invierte en calidad como se establece en la proposición 1.

En cuanto a los usuarios, para valores tecnológicos menores al parámetro de curvatura de la función de utilidad, el efecto de la política es positivo. Por el contrario, cuando estos valores son mayores a  $\beta$ , el efecto de un aumento tecnológico sobre el bienestar es negativo. Para el caso de los anunciantes el efecto es siempre positivo excepto para valores tecnológicos de la plataforma eficiente menores y muy próximos al parámetro de curvatura de la utilidad de los usuarios.

En síntesis, una política regulatoria que disminuya la información disponible de los usuarios para las plataformas podría implicar una menor calidad ofrecida en el mercado y un menor bienestar para anunciantes y usuarios en caso de encontrarse las tecnologías de rastreo en una etapa inmadura (escenario de valores tecnológicos menores al nivel de curvatura de la utilidad de los usuarios). Por el contrario, esta política podría incentivar la mejora en la calidad

de contenido ofrecido y así el bienestar de los usuarios para tecnologías de rastreo superiores  $\beta$ , aunque el efecto sobre los anunciantes sería negativo.

#### 4.2.5 El juego secuencial

En esta sección se analiza un juego secuencial en la decisión de calidades de las plataformas. La estructura temporal del juego es la siguiente: en una primera etapa, una plataforma establecida en el mercado elige la calidad de contenido a ofrecer. Luego, en una segunda etapa, una plataforma entrante decide si entrar o no al mercado, y en caso de entrar la calidad de contenido a ofrecer. Por último, en la etapa final, las plataformas simultáneamente establecen los precios de los anuncios, los anunciantes deciden en cuál plataforma/s comprar la impresión de sus anuncios, y los usuarios eligen la cantidad de tiempo consumido en cada plataforma.

Al igual que el juego anterior, el juego secuencial se resuelve por inducción hacia atrás. La etapa final es la misma que para el juego simultáneo y por tanto si la plataforma entrante, indexada por  $E$ , decide entrar, los precios de equilibrio son los valores incrementales ofrecidos por las plataformas a los anunciantes como se estableció en el resultado 1. En caso de que decida no entrar, la plataforma existente, indexada por  $I$ , cobrará el precio de monopolio,  $P_I = t_I \theta_I$ , y podrá extraer todo el excedente de los anunciantes, que estarán presentes en la plataforma desplegando sus anuncios. La decisión de tiempo de los usuarios depende de la calidad del contenido ofrecido en el mercado definida en las etapas precedentes del juego, definidas en (4).

De este modo, en la segunda etapa, la plataforma entrante decide si entrar al mercado o no, y en caso de entrar la calidad de contenido a ofrecer. En este sentido, tomando como dados los resultados de la etapa final, la plataforma entrante maximiza:

$$\Pi_E(\alpha_E) = \frac{\theta_E}{\beta} \alpha_E - \frac{\theta_E \theta_I}{\beta \beta} \alpha_E \alpha_I - \frac{\alpha_E^2}{2}$$

Tomando las condiciones de primer orden, encontramos la función de reacción de la plataforma entrante para cada nivel de calidad de la plataforma existente:

$$R_E(\alpha_I) = \alpha_E = \frac{\theta_E}{\beta} - \frac{\theta_E \theta_I \alpha_I}{\beta^2} \quad (11)$$

Así, si la calidad de la plataforma existente  $\alpha_I$  es menor que  $\beta/\theta_I$ , la plataforma entrante decide entrar y ofrecer la calidad  $\alpha_E$  dada por la ecuación (11). En caso de que  $\alpha_I \geq \beta/\theta_I$ , la plataforma entrante decide no entrar al mercado.

Finalmente, considerando la primera etapa del juego, es decir, la decisión de calidad de la plataforma existente, se sustituye la ecuación (11) en la función de beneficios de la plataforma existente. De este modo, se obtiene el siguiente resultado:

**Resultado 3: Calidad de contenido en el juego secuencial.** *Asumiendo las formas funcionales (1), (2), (3), (7), tenemos el siguiente equilibrio en el juego secuencial:*

*Si se cumplen las condiciones*

a)  $\beta > \theta_E$  y

b)  $\beta^2(\beta^2 - \theta_I^2) > \theta_I^2 \theta_E^2$

*entonces la plataforma entrante decide entrar y las calidades de equilibrio tienen las siguiente expresiones*

$$\alpha_I^* = \frac{\theta_I \beta (\beta^2 - \theta_E^2)}{\beta^4 - 2\theta_I^2 \theta_E^2} \quad \alpha_E^* = \frac{\theta_E [\beta (\beta^2 - \theta_I^2) - \theta_I^2 \theta_E^2]}{\beta [\beta^4 - 2\theta_I^2 \theta_E^2]}$$

Como se desprende del resultado, para que se cumplan las condiciones de equilibrio con las dos plataformas ofreciendo calidad es necesario un mercado con tecnologías poco eficientes en relación al parámetro de curvatura de la función de utilidad de los usuarios. En caso contrario, si la eficiencia tecnológica de alguna de las dos plataformas supera a  $\beta$ , violando así alguna de las condiciones expuestas, sólo habrá una plataforma en el mercado ofreciendo contenido. En este último escenario, la plataforma existente encuentra óptimo invertir en un nivel de calidad que impide a la plataforma entrante ingresar al mercado, a excepción de valores tecnológicos muy bajos de la

plataforma existente en relación a  $\beta$  y una tecnología de la entrante mayor a  $\beta$ , situación en la cual la nueva plataforma se apodera del mercado<sup>10</sup>. A su vez, a partir de la condición b), se concluye que dada una tecnología de la plataforma entrante, cuanto mayor la eficiencia tecnológica de la plataforma existente más difícil para la nueva plataforma entrar al mercado como se podía esperar.

Por otra parte, realizando una comparación con las calidades del juego simultáneo, se destaca que cuando ambas plataformas se encuentran ofreciendo calidad, la calidad de la plataforma existente será mayor a la calidad ofrecida en el juego simultáneo tanto si ésta es la plataforma eficiente como la ineficiente del mercado. En este sentido, por ser las calidades sustitutos estratégicos, la plataforma entrante ofrece una menor calidad que en el análisis del juego previo. A su vez, considerando la calidad total ofrecida para ambos juegos cuando el equilibrio de duopolio existe, la calidad en el juego secuencial es superior a la calidad en caso de simultaneidad, y por tanto los usuarios se ven beneficiados en un mercado con una plataforma existente que sobreinvierte respecto al juego simultáneo y una entrante con menor calidad respecto a la competencia simultánea de dos plataformas.

Analizando cual plataforma invierte más en calidad cuando ambas plataformas se encuentran presentes en el mercado, tenemos el siguiente resultado:

**Proposición 3:** *En el equilibrio del juego secuencial con ambas plataformas presentes en el mercado se cumple que:*

*i) En caso que la plataforma existente posea una tecnología más eficiente que la plataforma entrante ( $\theta_I > \theta_E$ ), la misma invierte más en calidad que la plataforma nueva:  $\alpha_I^* > \alpha_E^*$*

*ii) En el caso contrario, con una plataforma existente con menor eficiencia tecnológica que la plataforma entrante ( $\theta_E > \theta_I$ ), la misma invierte más en calidad si se cumple la siguiente condición:*

---

<sup>10</sup>La condición que debe cumplirse para el monopolio de la plataforma entrante es:  $\theta_E > \beta > \sqrt{2}\theta_I$ .



$$\frac{\frac{\theta_E \theta_I}{\beta^2}}{1 + \frac{1}{\frac{\theta_E \theta_I}{\beta^2}}} > \left(1 - \frac{\theta_E}{\theta_N}\right) \quad (12)$$

Como se estableció en el resultado 3, el escenario con ambas plataformas ofreciendo calidad en el juego secuencial se da en una situación de escasa eficiencia tecnológica de las plataformas en relación al grado de curvatura de la función de utilidad. En esta situación, tal como fue analizado para el juego simultáneo, el valor de la externalidad negativa de la inversión en calidad es pequeño en relación al efecto positivo de un aumento en la calidad sobre la probabilidad de que los usuarios vean el anuncio en la plataforma, y así en el juego simultáneo era la plataforma eficiente quién más incentivos tenía en invertir en calidad. De este modo, si la plataforma existente es más eficiente que la entrante tenemos el mismo resultado que en el juego previo.

Por el contrario, en caso de que la plataforma existente posea una menor eficiencia tecnológica que la plataforma entrante, tenemos el caso que la plataforma ineficiente podría invertir más en calidad que su rival, reteniendo así más tiempo de los usuarios y generando las potenciales ineficiencias mencionadas previamente. La condición para que esto suceda, expresión (12), es más probable de ser satisfecha para valores altos del efecto negativo de un aumento de la calidad sobre la calidad de la plataforma entrante,  $R'_E(\alpha_I) = -\left(\frac{\theta_E \theta_I}{\beta^2}\right)$  (lado izquierdo de la desigualdad), así como para un grado de asimetría bajo entre las plataformas (lado derecho de la desigualdad). De este modo, una plataforma existente ineficiente podría invertir más en calidad que su rival para mercados con alto grado de sustituibilidad entre calidades, realizando una elevada inversión en calidad para disuadir a la plataforma entrante de ofrecer una calidad superior. A su vez, esta posibilidad es más factible cuando las diferencias tecnológicas no son muy grandes entre plataformas.

## 5 Discusión

En esta sección final se discuten algunas implicancias de los resultados encontrados, así como las limitaciones y posibles extensiones del análisis.

Considerando los incentivos en invertir en calidad de contenido por parte de las plataformas, la inversión en calidad atrae un mayor tiempo de visita de los usuarios, incrementando de este modo la probabilidad de que los usuarios vean los anuncios desplegados en la plataforma y así los precios cobrados a los anunciantes. Sin embargo, no todo el aumento del tiempo adicional atraído con la inversión en calidad se puede trasladar al precio cobrado ya que existe una externalidad negativa de la inversión: debido al comportamiento *multi-homing* de los usuarios y al rastreo imperfecto de las plataformas (que implica incertidumbre sobre si un usuario se informó del anuncio en su sitio), existe la posibilidad de que un consumidor se informe sobre el producto ofrecido en ambas plataformas en caso de estar el anuncio publicado en ambas. De este modo, un anunciante que publica sus anuncios en ambas plataformas no está dispuesto a pagar por el anuncio un precio igual a la probabilidad de que el usuario se informe en la plataforma, ya que existe la probabilidad de que éstos se informen en la plataforma rival. Como se estableció en el resultado 1, las plataformas en equilibrio establecen sus precios al valor incremental ofrecido al anunciante, es decir, a la probabilidad adicional que ofrece la plataforma por sobre la probabilidad de que el usuario sea informado en la plataforma rival. En este sentido, un aumento de la calidad también aumenta la probabilidad de que el anuncio sea visto en ambas plataformas, y esto tiene un efecto negativo en el precio cobrado.

El párrafo anterior describe los efectos de un aumento de la calidad sin considerar la interacción con la plataforma rival. Sin embargo, existe un efecto competencia de la inversión en calidad: las calidades son sustitutos estratégicos, es decir, cuando una plataforma aumenta su calidad, resulta conveniente para su rival disminuir su inversión. De este modo, a pesar de que un aumento de la calidad genera un incremento en la probabilidad de que los usuarios vean el anuncios en ambas plataformas, afectando negativamente el precio de los anuncios por esta vía, éste mismo aumento en la inversión genera una disminución en la calidad de la plataforma rival y así en la probabilidad mencionada, atenuando el efecto negativo sobre el precio.

Como se desprende del análisis de los resultados de la sección anterior, el efecto de la eficiencia tecnológica de las plataformas sobre las calidades ofrecidas depende de la relación entre el nivel de eficiencia de las tecnologías de rastreo y el nivel de curvatura de la función de utilidad de los usuarios. Ésta relación define la importancia relativa de los diferentes componentes del retorno de la inversión en calidad recién discutidos y de este modo determina las condiciones de existencia del equilibrio de duopolio, la posibilidad del surgimiento de un mercado monopólico, cuál plataforma tendrá más incentivos en ofrecer calidad de contenido, la oportunidad de una nueva plataforma de ingresar al mercado, así como también el efecto de aumentos tecnológicos sobre la calidad ofrecida en el mercado.

En este sentido, unos parámetros tecnológicos de las plataformas menores a  $\beta$  implican que el efecto positivo de un aumento en la calidad sobre el precio de los anuncios sea dominante respecto a la externalidad negativa. En estos mercados la plataforma eficiente es quién más incentivos tiene en invertir ya que obtiene un mayor retorno de la misma al aumentar la probabilidad de que los usuarios vean el anuncio en la plataforma. A su vez, un aumento de la tecnología de una plataforma, manteniendo constante la tecnología de la plataforma rival, genera un aumento en la calidad ofrecida de la plataforma que ve mejorada su eficiencia tecnológica y el efecto contrario sobre la competidora. Cuando ambas plataformas ven mejorada su tecnología, para tecnologías suficientemente ineficientes, ambas deciden invertir una mayor calidad de forma simultánea. Por otra parte, no existe la posibilidad del surgimiento de un monopolio y existen posibilidades de que una nueva plataforma ingrese al mercado.

Por el contrario, cuando la eficiencia tecnológica de ambas plataformas es superior al parámetro de curvatura de la función de utilidad de los usuarios, la externalidad negativa sobre el precio cobra relevancia en las decisiones de inversión en calidad: un aumento en la inversión incrementa en mayor medida la probabilidad de que los usuarios vean el anuncio en ambas plataformas (asumiendo constante la calidad de la otra plataforma, es decir, sin considerar el efecto competencia) respecto al aumento en la probabilidad de que vean el anuncio en la plataforma que decide invertir. De este modo, si no existiera el efecto competencia, que implica una reducción del efecto negativo sobre el precio antes mencionado, las plataformas decidirían no invertir en este escenario. Los resultados para estos mercados señalan que es la plataforma

ineficiente quien más incentivos tiene en ofrecer en calidad para disuadir a su adversario de invertir y así disminuir la probabilidad de que los usuarios vean el anuncio en ambas plataformas. A su vez, un aumento de la tecnología de una plataforma, manteniendo constante la tecnología de la plataforma rival, genera una reducción de la calidad ofrecida de la plataforma que ve mejorada su eficiencia tecnológica y el efecto contrario sobre la competidora. Cuando ambas plataformas ven mejorada su tecnología, para tecnologías suficientemente altas, ambas deciden invertir una menor calidad de forma simultánea. Por último, existe la posibilidad del surgimiento de un monopolio, y una plataforma entrante no podrá ingresar a un mercado con estas características.

Como se desprende de los resultados descritos en los párrafos precedentes, el efecto sobre la calidad del mercado de una política regulatoria de privacidad que establezca restricciones a la información disponible de los usuarios para las plataformas, y de este modo genere una menor eficiencia tecnológica (menores  $\theta$ ), dependerá de dos aspectos: por un lado, si la medida afecta a ambas tecnologías o genera un impacto solamente sobre una plataforma. En segundo lugar, de la relación entre las tecnologías y el grado de curvatura de la función de utilidad de los usuarios que exista en el mercado. De este modo, en el escenario más razonable donde las restricciones impacten sobre ambas plataformas, la medida podría perjudicar a los participantes del mercado a través de los cambios en las calidades ofrecidas en caso de tecnologías poco eficientes relativas al parámetro de curvatura de la utilidad. En el caso contrario, con tecnologías lo suficientemente altas en relación a  $\beta$  la medida impactaría positivamente sobre los usuarios aunque el efecto sobre el bienestar de los anunciantes es negativo.

Considerando las limitaciones del análisis, el mismo no considera que tecnologías más eficientes podrían generar un menor desagrado publicitario en el mercado. En este sentido, endogeneizar el desagrado publicitario como se propuso en la sección 4.2.2 sería de interés para estudiar la robustez de los resultados. Otra posible extensión del análisis es considerar restricciones de espacio publicitario en el mercado, y en este sentido, introducir competencia entre los anunciantes por publicar anuncios. En esta línea, también podría extenderse el análisis considerando heterogeneidad en el valor de los anunciantes en cuanto a informar a los usuarios sobre su producto.

En cuanto a los usuarios, una posible interesante dirección para futuro estudio es considerar dos tipos de usuarios con preferencias diferentes en cuanto al contenido. En este caso sería de interés analizar si cada plataforma se especializa en un segmento o si compiten por ambos grupos de usuarios, y cómo se relaciona esto con las tecnologías de rastreo de las plataformas. Por último, otra posible extensión es el análisis de la relación estudiada considerando publicidad persuasiva, es decir, que la repetición de anuncios sobre los usuarios tiene valor para los anunciantes.

## Referencias citadas

Athey, S., Calvano, E., & Gans, J. S. (2014). *The Impact of Consumer Multi-homing on Advertising Markets and Media Competition*. Documento de investigación Center for Studies in Economics and Finance, No. 379. Accedido el 9 de mayo de 2017 desde [http://www.csef.it/Calvano?id\\_ubrique=173id\\_parent=81](http://www.csef.it/Calvano?id_ubrique=173id_parent=81).

Ambrus, A., Calvano, E., & Reisinger, M. (2016). Either or Both Competition: A "Two-Sided" Theory of Advertising with Overlapping Viewerships. *American Economic Journal: Microeconomics*, 8(3), 189-222.

Ambrus, A., & Reisinger, M. (2006). *Exclusive vs overlapping viewers in media markets*. Documento de investigación Ludwig-Maximilians Munchen University, No. 25. Accedido el 9 de mayo de 2017 desde <https://epub.ub.uni-muenchen.de/1178/>.

Anderson, S.P., & Coate, S. (2005). Market Provision of Broadcasting: A Welfare Analysis. *Review of Economic Studies* 72, 947-972.

Anderson, S. P., & Jullien, B. (2015). The advertising-financed business model in two-sided media markets. *Handbook of Media Economics, vol 1A*, Amsterdam: Elsevier, 41-90.

Anderson, S. P., Foros, Ø., & Kind, H. J. (2016). *Competition for advertisers and for viewers in media markets*. Documento de investigación University of Virginia, Department of Economics. Accedido el 9 de mayo de 2017 desde <http://economics.virginia.edu/people/sa9w>.

Armstrong, M. (2006). Competition in Two-Sided Markets. *The RAND Journal of Economics* 37, 668-691.

Athey, S., Calvano, E., & Gans, J. S. (2014). *The Impact of Consumer Multi-homing on Advertising Markets and Media Competition*. Documento de investigación Center for Studies in Economics and Finance, No. 379. Accedido el 9 de mayo de 2017 desde [http://www.csef.it/Calvano?id\\_ubrique=173id\\_parent=81](http://www.csef.it/Calvano?id_ubrique=173id_parent=81).

De Corniere, A., & De Nijs, R. (2016). Online advertising and privacy. *The RAND Journal of Economics*, 47(1), 48-72.

Fudenberg, D., & Tirole, J. (1991). *Game theory*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Pan, S., & Yang, H. (2014). *Targeted Advertising on Competing Platforms*. Documento de investigación Department of Economics, Ohio State University. Accedido el 9 de mayo de 2017 desde <http://siqippan.weebly.com/research.html>.

Peitz, M., & Reisinger, M. (2015). The economics of internet media. *Handbook of Media Economics, vol 1A*, Amsterdam: Elsevier, 445-530.

Taylor, G. (2011, Setiembre). *Attention Retention: Targeted Advertising and the Ex Post Role of Media Content*. Artículo presentado en la conferencia: 2011 Télécom ParisTech on the economics of Information and Communication Technologies, París, Francia.

Tirole, J. (1988). *The theory of industrial organization*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

# Apéndice 1: Pruebas

## Prueba del Resultado 1: Equilibrio de Precios Incrementales

Se prueba en primer lugar que si cada plataforma establece sus precios al valor incremental ofrecido,  $P_i^{IV}$ , tenemos un equilibrio. Así, asumiendo  $P_2^{IV} = [\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) - \phi_1(t_1, \theta_1)]\mu$  se tiene

$$S_2 = \phi_2(t_2, \theta_2)\mu - P_2^{IV} = [\phi_1(t_1, \theta_1) + \phi_2(t_2, \theta_2) - \phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)]\mu$$

$$\text{Si } P_1 = P_1^{IV} = [\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) - \phi_2(t_2, \theta_2)]\mu,$$

$$S_{12} = \phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)\mu - P_1^{IV} - P_2^{IV} = [\phi_1(t_1, \theta_1) + \phi_2(t_2, \theta_2) - \phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)]\mu$$

$$\text{y } S_1 = \phi_1(t_1, \theta_1)\mu - P_1^{IV} = [\phi_1(t_1, \theta_1) + \phi_2(t_2, \theta_2) - \phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)]\mu$$

Por tanto, como  $S_1 = S_2 = S_{12}$ , un  $P_1$  mayor no atrae a ningún anunciante y un precio menor puede ser aumentado sin perder demanda de anuncios. De este modo, los anunciantes elegirán estar en las dos plataformas ya que  $S_1 = S_2 = S_{12}$ , y tenemos un equilibrio.

Ahora se demuestra que éste es el único equilibrio. Considere la mejor respuesta de la plataforma 1 para diferentes precios de la plataforma 2.

- Si la plataforma 2 establece un  $P_2 > \phi_2(t_2, \theta_2)\mu$ , 2 está fuera del mercado sin importar la decisión de la plataforma 1, y por tanto esta última cobra su precio de monopolio:  $P_1 = \phi_1(t_1, \theta_1)\mu$ .
- Si en cambio  $P_2 \in [0, [\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) - \phi_1(t_1, \theta_1)]\mu]$ , la mejor respuesta de la plataforma 1 es fijar sus precios al valor incremental. Si  $P_2 = P_2^{IV}$ , ya fue demostrado que la mejor respuesta de 1 es fijar  $P_1 = P_1^{IV}$ . En el otro extremo, si  $P_2 = 0$ ,  $S_2 = \phi_2(t_2, \theta_2)\mu$ , y fijando  $P_1 = P_1^{IV}$ ,  $S_{12} = S_2$ , la plataforma 1 puede atraer a todos los anunciantes. Un precio mayor no atraería demanda de anuncios y un precio menor puede ser aumentado sin perder anunciantes.
- Finalmente si la plataforma 2 establece,

$$P_2 \in ([\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) - \phi_1(t_1, \theta_1)]\mu, \phi_2(t_2, \theta_2)\mu]$$



la mejor respuesta de 1 es rebajar el precio de la plataforma 2.

Supongamos primero que  $P_2 = \phi_2(t_2, \theta_2)\mu$ . Si un anunciante compra un anuncio en la plataforma 2, su utilidad será  $S_2 = \phi_2(t_2, \theta_2)\mu - P_2 = 0$ . Por tanto la plataforma 1 puede fijar  $P_1 = \phi_1(t_1, \theta_1)\mu - \epsilon$ , y así  $S_1 > 0$  atrayendo a todos los anunciantes. Nótese que este precio es mayor al precio que hace que los anunciantes compren anuncios en cada plataforma. En este último caso, la mejor estrategia de la plataforma 1 es fijar  $P_1$  tal que  $S_{12} = 0$ , esto es,  $[\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2)]\mu - P_1 - P_2 = 0$ , y por tanto expresando  $P_1$  como función de  $P_2$ , y reemplazando  $P_2$ , se obtiene

$$P_1 = [\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) - \phi_2(t_2, \theta_2)]\mu < [\phi_1(t_1, \theta_1) + \phi_2(t_2, \theta_2) - \phi_2(t_2, \theta_2)]\mu$$

donde la desigualdad se sigue de lo asumido respecto a las probabilidades, y este precio es menor que  $\phi_1(t_1, \theta_1)\mu - \epsilon$  para un  $\epsilon > 0$ .

Ahora probamos que el extremo inferior del intervalo es

$$[\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) - \phi_1(t_1, \theta_1)]\mu$$

Supongamos que 2 fija su precio en este intervalo, lo que implica que  $S_2 > 0$ . Así, 1 rebajará este precio mientras  $S_1 = \phi_1(t_1, \theta_1)\mu - P_1 = S_2 + \epsilon$  y  $P_1 \geq P_1^{IV}$  (en el caso previo probamos que cuando  $P_2 = 0$  la plataforma 1 puede atraer a todos los anunciantes fijando  $P_1 = P_1^{IV}$ ), esto es, mientras

$$P_1 = \phi_1(t_1, \theta_1)\mu - S_2 - \epsilon = \phi_1(t_1, \theta_1)\mu - \phi_2(t_2, \theta_2)\mu + P_2 - \epsilon$$

y por tanto  $P_1 \geq P_1^{IV}$  hasta que

$$\phi_1(t_1, \theta_1)\mu - \phi_2(t_2, \theta_2)\mu + P_2 - \epsilon \geq P_1^{IV} = [\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) - \phi_2(t_2, \theta_2)]\mu$$

o reordenando  $P_2 \geq [\phi_{12}(t_1, t_2, \theta_1, \theta_2) - \phi_1(t_1, \theta_1)]\mu + \epsilon$

El análisis de casos presentado aplica de la misma forma a la función de mejor respuesta de la plataforma 2, por tanto, el único punto fijo de las funciones de mejor respuesta es  $P_1^{IV}, P_2^{IV}$ .

### Prueba de la Proposición 1:

A partir de las expresiones en (9) para cada plataforma tenemos:

$$\begin{aligned}\alpha_i^* - \alpha_j^* &= \frac{\theta_i \beta (\beta^2 - \theta_j^2)}{\beta^4 - (\theta_i \theta_j)^2} - \frac{\theta_j \beta (\beta^2 - \theta_i^2)}{\beta^4 - (\theta_i \theta_j)^2} \\ &= \frac{\beta (\theta_i - \theta_j) (\theta_i \theta_j + \beta^2)}{\beta^4 - (\theta_i \theta_j)^2}\end{aligned}$$

Por tanto, asumiendo  $\theta_i > \theta_j$ , tenemos dos casos:

- i)* Cuando  $\beta > \theta_i$ ,  $\beta^4 - (\theta_i \theta_j)^2 > 0$ , y entonces  $\alpha_i^* > \alpha_j^*$
- ii)* Cuando  $\beta < \theta_j$ ,  $\beta^4 - (\theta_i \theta_j)^2 < 0$ , y entonces  $\alpha_j^* > \alpha_i^*$

Por otra parte, considerando los beneficios de cada plataforma en equilibrio, es decir, sustituyendo las expresiones (9) en:

$$\Pi_i(\alpha_i) = \frac{\theta_i}{\beta} \alpha_i - \frac{\theta_i \theta_j}{\beta} \alpha_i \alpha_j - \frac{\alpha_i^2}{2}$$

tomando la diferencia y simplificando

$$\Pi_i(\alpha_i^*, \alpha_j^*) - \Pi_j(\alpha_i^*, \alpha_j^*) = \frac{\beta^2 (\theta_j^2 - \theta_i^2)}{2((\theta_i \theta_j)^2 - \beta^4)}$$

Por lo que en el caso *i*),  $\Pi_i(\alpha_i^*, \alpha_j^*) - \Pi_j(\alpha_i^*, \alpha_j^*) > 0$ , y lo contrario para el escenario *ii*). Es decir, quién invierte más en calidad tiene un mayor beneficio. A su vez, como quien invierte más enfrenta un mayor costo, y dado que obtiene un mayor beneficio, la plataforma que ofrece más calidad será quien fije un mayor precio ( $P^* = \frac{\theta_i}{\beta} \alpha_i^* - \frac{\theta_i \theta_j}{\beta} \alpha_i^* \alpha_j^*$ ).

### Prueba de la Proposición 2:

A partir de las expresiones en (9) para cada plataforma tenemos:

$$\frac{\delta\alpha_i^*}{\delta\theta_i} = \frac{\beta(\beta^2 - \theta_j^2)(\beta^4 + \theta_i^2\theta_j^2)}{(\beta^4 - (\theta_i\theta_j)^2)^2}$$

$$\frac{\delta\alpha_i^*}{\delta\theta_j} = \frac{-2\theta_i\theta_j\beta(\beta^2 - \theta_i^2)}{(\beta^4 - (\theta_i\theta_j)^2)^2}$$

De este modo, tenemos dos casos:

i) Si  $\beta > \max\{\theta_i, \theta_j\}$ ,  $\frac{\delta\alpha_i^*}{\delta\theta_i} > 0$ , y  $\frac{\delta\alpha_i^*}{\delta\theta_j} < 0$

ii) Si  $\beta < \min\{\theta_i, \theta_j\}$ ,  $\frac{\delta\alpha_i^*}{\delta\theta_i} < 0$ , y  $\frac{\delta\alpha_i^*}{\delta\theta_j} > 0$

A su vez,  $|\frac{\delta\alpha_i^*}{\delta\theta_i}| - |\frac{\delta\alpha_i^*}{\delta\theta_j}| > 0$

### Prueba del Resultado 3:

Como se mencionó, la plataforma existente considera la función de reacción de la plataforma entrante dada por (11) para tomar su decisión. De este modo, la misma maximiza la siguiente expresión:

$$\Pi_I(\alpha_I) = \frac{\theta_I}{\beta}\alpha_I - \frac{\theta_I}{\beta}\left(\frac{\theta_E}{\beta}\right)^2\alpha_I + \left(\frac{\theta_I\theta_E}{\beta^2}\right)^2\alpha_I^2 - \frac{\alpha_I^2}{2}$$

La anterior expresión es cóncava en caso de que  $\beta^4 > 2(\theta_E\theta_I)^2$ . Asumiendo esta condición y tomando la condición de primer orden tenemos:

$$\alpha_I^* = \frac{\theta_I\beta(\beta^2 - \theta_E^2)}{\beta^4 - 2\theta_I^2\theta_E^2}$$

Esta expresión es positiva en caso de que  $\beta > \theta_E$  y por tanto tenemos la condición a) del resultado. Sustituyendo  $\alpha_I^*$  en (11) tenemos:

$$\alpha_E^* = \frac{\theta_E[\beta^2(\beta^2 - \theta_I^2) - \theta_I^2\theta_E^2]}{\beta[\beta^4 - 2\theta_I^2\theta_E^2]}$$

La anterior expresión es positiva en caso que  $\beta^4 > \beta^2\theta_I^2 + \theta_I^2\theta_E^2$ , donde se obtien la condición *b*) del resultado. En caso de cumplirse *b*) y *a*) se cumple la condición de concavidad y por tanto ambas plataformas eligen su óptimo y tenemos un equilibrio.

Resta probar que la plataforma existente no obtiene un mayor beneficio invirtiendo una cantidad mayor a  $\beta/\theta_I$  que es la cantidad mínima necesaria para que la nueva plataforma encuentre óptimo no ofrecer calidad según la ecuación (11). De este modo tomando la diferencia entre los beneficios de esta última estrategia  $\Pi_I(\alpha = \beta/\theta_I)$  y la de equilibrio  $\Pi_I(\alpha_I^*)$  tenemos:

$$\Pi_I(\alpha_I^*) - \Pi_I(\alpha = \beta/\theta_I) = \frac{-(\theta_I^2(\theta_E^2 + \beta^2) + \beta^4)^2}{(2\theta_I^2\theta_E^2 - \beta^4)2\beta^2\theta_I^2} > 0$$

cuando se cumple la condición de concavidad, y por tanto, la plataforma existente siempre prefiere acomodar la entrada de la nueva plataforma bajo la condición de concavidad.

### Prueba de la Proposición 3:

A partir de las expresiones de equilibrio del resultado 3, tenemos:

$$\begin{aligned} \alpha_I^* - \alpha_E^* &= \frac{\theta_I\beta(\beta^2 - \theta_E^2)}{\beta^4 - 2\theta_I^2\theta_E^2} - \frac{\theta_E[\beta(\beta^2 - \theta_I^2) - \theta_I^2\theta_E^2]}{\beta[\beta^4 - 2\theta_I^2\theta_E^2]} \\ &= \frac{(\theta_I - \theta_E)[\beta^2\theta_I\theta_E + \beta^4] + \theta_I^2\theta_E^3}{\beta[\beta^4 - 2\theta_I^2\theta_E^2]} \end{aligned}$$

Considerando las condiciones de existencia del equilibrio con ambas plataforma en el mercado las mismas implican que  $\beta[\beta^4 - 2\theta_I^2\theta_E^2] > 0$ . Reordenando, se tienen los casos enunciados en la proposición.

## Apéndice 2

### Bienestar en monopolio y duopolio

En este apartado se analiza el bienestar de los usuarios y anunciantes bajo una estructura de monopolio en comparación con el mercado con dos plataformas ofreciendo contenido.

Considerando los anunciantes, éstos siempre preferirán un mercado de duopolio, ya que obtienen un excedente positivo dado por la expresión (8), en comparación con el mercado monopolístico donde el excedente es nulo.

Por parte de los usuarios, el resultado depende de los parámetros del modelo. Asumiendo  $\beta < \theta_j < \theta_i$ , en el caso de que la diferencia entre los parámetros tecnológicos y de curvatura de la función de utilidad no sea muy elevada ( $\theta_j \rightarrow \beta$ ), los usuarios preferirán el mercado monopolístico. Para ver esto, nótese en la expresión de equilibrio de duopolio (9) que en caso de que  $\theta_j \rightarrow \beta$ , la plataforma eficiente ofrece muy poca calidad en duopolio,  $\alpha_i^* \rightarrow 0$ , y  $\alpha_j^*$  es siempre menor que  $\beta/\theta_j = \alpha_M^*$  (calidad ofrecida en monopolio). Por tanto, considerando la utilidad indirecta de los usuarios en duopolio,  $V^D$ , y monopolio,  $V^M$ , se tiene que cuando  $\theta_j \rightarrow \beta$

$$V^D = \frac{\alpha_i^{*2}}{2\beta} + \frac{\alpha_j^{*2}}{2\beta} \sim \frac{\alpha_j^{*2}}{2\beta} < \frac{\alpha_M^{*2}}{2\beta} = V^M$$

En el caso contrario, cuando ambas tecnologías son lo suficientemente grandes,  $\theta_j \rightarrow +\infty$ ,  $\alpha_i^* \rightarrow (\beta/\theta_i)$ ,  $\alpha_j^* \rightarrow (\beta/\theta_j)$ , y por tanto en este caso

$$V^D = \frac{\alpha_i^{*2}}{2\beta} + \frac{\alpha_j^{*2}}{2\beta} \sim \frac{1}{2\beta} \left(\frac{\beta}{\theta_i}\right)^2 + \frac{1}{2\beta} \left(\frac{\beta}{\theta_j}\right)^2 > \frac{1}{2\beta} \left(\frac{\beta}{\theta_j}\right)^2 = V^M$$

los usuarios preferirán un mercado duopólico al igual que los anunciantes.

## Apéndice 3

### Bienestar en caso de un aumento tecnológico de la plataforma $i$

La utilidad indirecta de los usuarios en equilibrio se expresa:

$$V(\alpha_i^*, \alpha_j^*, \beta) = U(t_i^*, t_j^*) = \frac{\alpha_i^*(\theta_i)^2}{2\beta} + \frac{\alpha_j^*(\theta_i)^2}{2\beta}$$

De este modo,

$$\frac{\delta V}{\delta \theta_i} = \frac{\alpha_i(\theta_i)}{\beta} \alpha_i'(\theta_i) + \frac{\alpha_j(\theta_i)}{\beta} \alpha_j'(\theta_i)$$

A partir de los resultados de la proposición 1 y 2, se concluye que si  $\beta > \theta_i > \theta_j$  entonces  $\frac{\delta V}{\delta \theta_i} > 0$ ; y si  $\theta_j > \theta_i > \beta$ , entonces  $\frac{\delta V}{\delta \theta_i} < 0$ . Es decir, si quien ve aumentada su tecnología es la plataforma eficiente en el escenario  $\beta > \max\{\theta_i; \theta_j\}$  entonces el impacto del aumento tecnológico sobre los usuarios es positivo. Por otra parte, si en el escenario  $\beta < \min\{\theta_i; \theta_j\}$  quien ve su tecnología mejorada es la plataforma ineficiente entonces los usuarios se perjudican del cambio.

En los otros casos, se debe analizar el signo de la expresión:

$$\frac{\delta V}{\delta \theta_i} = \theta_i(\theta_i^2(\theta_2(\theta_i^2 - 3\beta^3) + (3\beta^4(3\theta_j^2 - \beta^2)))$$

En este sentido, el efecto puede ser negativo o positivo en cada escenario. Por ejemplo en el caso en que la plataforma ineficiente ve mejorada su tecnología en el escenario  $\beta > \theta_j > \theta_i$ , si  $3\theta_j^2 > \beta^2$  y

$$\theta_i > \frac{\beta^2}{\theta_j} \sqrt{\frac{-3\theta_j^2 + \beta^2}{\theta_j^2 - 3\beta^2}} \quad (13)$$

entonces  $\frac{\delta V}{\delta \theta_i} < 0$ .

Para el caso en que la plataforma eficiente ve mejorada su tecnología en el escenario  $\theta_i > \theta_j > \beta$ , si  $\theta_j^2 < 3\beta^2$  y  $\theta_i$  cumple la condición (13), entonces  $\frac{\delta V}{\delta \theta_i} > 0$ .

Para el caso de los anunciantes, el efecto en su bienestar viene dado por la expresión:

$$\delta \left( \frac{\theta_i \theta_j \alpha_i(\theta_i) \alpha_j(\theta_i)}{\beta^2} \right) / \delta \theta_i$$

y el efecto puede ser positivo o negativo en cada escenario y surge del estudio del signo de la expresión:  $\theta_i^2(\theta_j^2 - 2\beta^2) + \beta^4$ .