Universidad de San Andrés

Departamento de Economía

Licenciatura en Economía

DISENSO ÓPTIMO EN ORGANIZACIONES CON *MULTI-AGENCY*

Autor: Marcelo D. Woo

Legajo: 18231

Mentor: Christian Ruzzier

San Fernando, Mayo de 2011

DISENSO ÓPTIMO EN ORGANIZACIONES CON *MULTI-AGENCY**

Marcelo Woo

Universidad de San Andrés

Mentor: Christian Ruzzier

Abstract

En las organizaciones reales "de carne y hueso", la fase de la implementación suele realizarse en equipos de trabajo más que individualmente. El presente trabajo extiende el modelo de Landier, Sraer y Thesmar (2009) sobre disenso óptimo en organizaciones con un solo implementador a un marco en donde la implementación se realiza por varios agentes, para analizar y comprobar la robustez de los resultados hallados allí. En general, la heterogeneidad horizontal no altera los resultados sobre la heterogeneidad vertical óptima. Aún más, la diversidad horizontal no agrega valor a la organización, y, en algunos casos, cuando la función de producción es de complementos tiene consecuencias negativas. Ello se debe a que bajo complementariedad, la restricción de implementación operativa siempre es la de quien está menos motivado, y en organizaciones con mayor diversidad es más probable encontrar que existe algún agente desmotivado.

*Quisiera agradecer a las personas que contribuyeron desde distintos lugares a la realización de esta tesis. A mi mentor, por sus enseñanzas y su insuperable disposición, hasta el último minuto, a hacer posible esta tesis. A mi familia, por su infatigable amor y apoyo. A Fiorella Benedetti, por las incontables noches de trabajo compartidas que decididamente hicieron más amena la producción de esta tesis. Al Sr. Yu Yong Ho, por darme su apoyo incondicional y animarme a dar lo mejor de mí. A Diana Shim, por ser mi maestra en la vida y sin quien no podría imaginarme hoy. Al resto de mi familia y amigos, por comprender mis ausencias durante los últimos meses.

I. Introducción[1]

Desde sus inicios, y durante 200 años, la teoría económica se limitó a concebir a la firma como una caja negra, en la que los factores de producción entraban a ella y con el mínimo costo y máximo beneficio posible dados los precios se llegaba a producir, de alguna forma, el *output*. La estructura, el funcionamiento y los procesos internos de las firmas fueron por mucho tiempo objeto de poca atención por parte de los economistas, lo cual posiblemente estuvo debido a su relativamente escaso herramental analítico-matemático para analizar la problemática. De todas maneras, la visión general de la disciplina tendía a ser optimista. Se concebía a las organizaciones en vida como máquinas bien aceitadas, lo cual traía reminiscencias a las hipotéticas burocracias weberianas, caracterizadas por su "precisión, rapidez, *expert control*, continuidad, discreción y óptimos retornos en el output" (Merton, 1940). Por un buen período de tiempo, el retrato que hacían los economistas sobre las organizaciones estuvo marcado por la eficiencia que se adjudicaba a los procesos internos de las mismas.

Hacia la década de 1980, sin embargo, la caja negra comenzó a ser abierta: los economistas comenzaron a estudiar las estructuras de incentivos dentro de las organizaciones, y con el tiempo el alcance de su agenda de investigación estaría destinada a extenderse cada vez más. Indudablemente, este nuevo movimiento de la temática de la investigación en relación a las firmas estuvo posibilitado en gran medida gracias al desarrollo de nuevas herramientas analíticas como ser la teoría de los juegos, la economía de la información (*information economics*), la teoría de contratos (especialmente incompletos) y la teoría de la agencia (*agency theory*), entre algunas otras más; a la vez, se nutrió y potenció

[1] Esta sección está fuertemente basada en Gibbons (2003)

gracias a la interacción con nuevas disciplinas que fueron surgiendo en paralelo, como la Organización Industrial (*Industrial Organization*) y la Economía Política (*Political Economy*). El surgimiento de estos nuevos elementos a disposición permitió un estudio más exhaustivo de los fenómenos internos de las organizaciones, y un nuevo campo de investigación, que demostró ser muy prolífico, comenzó a brotar y a echar raíces dentro de la disciplina de la economía: la economía de las organizaciones (*Organizational Economics*).

A partir de allí la visión económica de la firma comenzó a alejarse de aquél ideal optimista, acercándose más a la visión que tenían los estudiosos fuera de la economía, en particular sociólogos organizacionales, quienes durante mucho tiempo habían apreciado que las organizaciones distaban mucho de las hipotéticas máquinas aceitadas weberianas (por ejemplo, ver (Selznick, 1949), (Gouldner, 1954) (Blau, 1955), (Dalton, 1959) (Crozier, 1964)). Su descripción sostenía que, más bien, las firmas estaban plagadas de problemas y relaciones conflictivas en su funcionamiento interno: "*rules are often violated, decisions are often unimplemented,…, and evaluation and inspections systems are subverted*" (Meyer & Rowan, 1977). Más aún, "*informal structures deviate from and constrain aspects of formal structure, and… the organization´s intended, rational mission [is undermined] by parochial interests*" (Maggio & Powell, 1991). Una de las piedras fundamentales y supuestos básicos de su teoría lo constituía el reconocimiento de que dentro de la firma, compuesta por diferentes individuos, existe por un lado una multiplicidad de intereses a menudo contrapuestos antes que "el" interés de la organización –"*people (i.e., individuals) have goals; collectivities of people do not*"– , y luego relaciones de poder conflictivas que emergen desde dicha multiplicidad –"*the existence of unresolved conflict is a conspicuous feature of organizations"*– (Cyert & March, 1963).

Una vez que la teoría económica se permitió pensar en la noción de que en una organización existen jugadores egoístas (con interés en el beneficio de su propia persona y no de la organización) que intentan de manera racional maximizar su provecho haciendo uso de todos los medios a su disposición (dando falsas señales, engañando, formando coaliciones, amenazando, instituyendo reglas, costumbres y comportamientos, distorsionando los comunicados para beneficio propio, realizando actividades de lobby, etc.) nuevos resultados aparecieron, en clara disonancia con las teorías más clásicas: agentes racionales y egoístas bien podrían producir resultados organizacionales, tanto formales como informales, ineficientes.

Junto a esto, emergió un novedoso interés en analizar las cuestiones asociadas a la toma de decisiones (*decision making*) interna de las organizaciones, que rápidamente se constituyó como una temática fundamental de la investigación organizacional. Aunque buena parte del estudio fue realizado por la Economía Política (*Political Economy*), que brindó resultados e intuiciones muy importantes con aplicación específica a la arena política, otra parte no menos importante correspondió a la *Economía de las Organizaciones*, cuya aplicación al terreno de las firmas era, por la generalidad que definía a la disciplina, mucho mayor. En ella, se reconocieron los problemas que trae la heterogeneidad de intereses (i.e., la heterogeneidad de las preferencias) entre individuos en los múltiples niveles dentro de una organización.

Entre los modelos que se enmarcan dentro de la temática de la toma de decisiones (*decision making*), una buena parte se enfocó en las consecuencias y efectos que trae la heterogeneidad en su dimensión vertical sobre los resultados organizacionales. Ellos se pueden rastrear hasta los primeros modelos de principal-agente, donde el primero tiene una falta de información sea del tipo (*type)* o de las acciones tomadas por el segundo, que bien podrían o no ser congruentes con lo que el principal preferiría. El modelo básico posee tal versatilidad, que se extendió a través de innumerables ramificaciones y problemáticas a lo largo del tiempo. Una de ellas, de nuestro interés, lo constituye el modelo provisto por (Aghion & Tirole, 1997), en el que se plantea la distinción entre la autoridad formal y la autoridad real, en base al stock de información relativo poseído por los subordinados respecto del superior. Basado en este trabajo, Marino *et al* (2009) analizan una de las consecuencias más drásticas de la heterogeneidad vertical, la desobediencia a las órdenes de los superiores, explicándola como la posesión de autoridad real por parte de los subordinados, ya no por cuestiones de mayor disponibilidad de información sino por el costo que representa a la organización separarse del subordinado. Según esta explicación, el costo de separación podría explicar la diversidad empíricamente observada en el grado de autoridad real que poseen los subordinados dentro de las organizaciones: "*In private enterprise you give an order and expect it to be carried out. In government, you give an order and hope that it will be carried out. And in higher education, you give no orders*." (George P. Shultz)

Mucho menos drástico que la desobediencia abierta es el problema analizado por Landier *et al* (2009), el paper en el que se basa el presente trabajo. En él, se estudia otra de las posibles dificultades que pueden surgir en el momento de la implementación de un proyecto: el disenso. En contextos de heterogeneidad vertical, donde los directivos tienen preferencias disímiles a los subordinados, las decisiones que se toman desde los niveles superiores sobre los cursos de acción a tomar, pueden derivar en una sub-provisión de esfuerzo más que en la desobediencia abierta a una orden directa. Dicho de otro modo, los subordinados podrían implementar las órdenes de los superiores sin mucha motivación por ejemplo, debido a que provistos de un mayor conocimiento en el área en que se desempeñan, tienen la convicción de que el curso de acción decidido por un tomador de decisiones (*decision maker*) ajeno a las tareas específicas del departamento resulta improcedente. Un caso ejemplar de ello es el relatado en la autobiografía de Sloan (1963), en el que se documenta el fracaso del proyecto de un motor que fue concebido por los directivos de General Motors quienes se mostraban entusiastas, pero que falló en obtener el apoyo de los ingenieros en las líneas de producción a cargo de su implementación. Su falta de motivación condujo al fracaso del proyecto, lo cual llevó a Sloan a admitir: "*We feel*

QUAERERE VERUM Universidad de San Andrés

that […] forcing divisions to take something they do not believe in […] is not getting us anywhere. We have tried that and we have failed."

Por lo tanto, los implementadores pueden tener un rol importante dentro de las organizaciones, en la medida en que no son meros operarios sin creencias ni ideas. Al contrario, no sólo las tienen, sino que bien podrían ser diferentes a las de quienes dan las órdenes. Esto, a través de canales tales como la falta de motivación y la subprovisión deliberada de esfuerzo, puede tener consecuencias significativas sobre los resultadosorganizacionales. En consecuencia, se vuelve relevante el estudio del diseño organizacional, entendido éste no sólo como los diferentes niveles y jerarquías que existen dentro de la organización, sino también el modo en que las preferencias o ideologías de los individuos en sus distintas posiciones y roles se configuran e interactúan dentro del esquema organizacional. A este asunto está consagrado el trabajo de Landier *et al* (2009) y la presente investigación pretende ampliar el alcance de los resultados hallados por los mismos.

El paper de Landier *et al* explica al disenso dentro de las organizaciones como un fenómeno de equilibrio eficiente. Es decir, que en algunos casos es beneficioso que la organización posea al menos cierto grado de disenso. La noción central es que cuando se dispone de información con alguna precisión acerca del curso de acción correcto a tomar, tener un implementador independiente, al constreñir la libertad de decisión del superior, lo incentiva a optar por el proyecto indicado por dicha medida de información objetiva (si bien probabilística), incrementando el valor esperado de la organización.

Sin embargo, en la práctica, en las organizaciones de carne y hueso de la vida real, la fase de la implementación suele ser ejecutada no por un implementador único sino por *equipos* de trabajo que involucran a varios agentes. Junto a su multiplicidad, nuevos outcomes organizacionales podrían emerger. Considerando este hecho, nuestro trabajo se dedica entonces a analizar las consecuencias de la existencia de múltiples agentes (lo que en la literatura se ha denominado *multi-agency*) para los resultados establecidos acerca del disenso óptimo. Para lograrlo, proponemos una ampliación del modelo de Landier *et al*, que analiza la heterogeneidad en una dimensión vertical (i.e., entre el principal y el agente), para permitir también la heterogeneidad en su dimensión horizontal (i.e., entre agentes). Al aumentar la cantidad de individuos involucrados en la producción, y al posibilitar la (des)alineación de sus preferencias, aumentamos también el número de combinaciones de *diseño organizacional* posibles, y sobre todo diferentes grados y configuraciones posibles de disenso, a lo largo de las dimensiones tanto vertical como horizontal. ¿Qué efectos trae la introducción de la heterogeneidad horizontal a los resultados encontrados por Landier *et al*? ¿Son sus resultados robustos? Si no, ¿en qué grado se modifican? ¿Qué consecuencias trae ello para el diseño organizacional óptimo y qué lecciones podemos extraer?

Los resultados principales que se encuentran son que, en general, las lecciones derivadas del trabajo de Landier *et al* aplicables para un contexto de un solo agente se mantienen también para organizaciones que requieren de diversos implementadores. Sin embargo, también encontramos que la heterogeneidad horizontal típicamente no aumenta el valor de las organizaciones en nuestro esquema de múltiples agentes. Aún más, en determinados casos, cuando la función de producción es de complementos perfectos incluso es perjudicial. La explicación de este resultado es muy intuitiva: la heterogeneidad horizontal incrementa las chances de que hayan agentes desmotivados, y mientras más complementaria sea la función de producción más fuerte será la restricción impuesta por dicha clase de agentes.

El resto del paper está organizado de la siguiente manera: la sección II presenta el modelo, y allí una subsección enuncia los resultados de Landier *et al* con mayor precisión. Luego, la sección III expone y comenta los resultados, y finalmente, la sección IV concluye.

II. El modelo

a. Modelo básico

Siguiendo la terminología utilizada por Landier *et al*, consideremos una organización que le pertenece a un Propietario (*Owner*) que quiere maximizar sus beneficios esperados. Esta organización tiene tres empleados: un Tomador de Decisiones (*Decision Maker,* "DM" desde aquí) y dos Implementadores (*Implementers)* o agentes. El rol del DM es seleccionar uno de varios proyectos, que será luego ejecutado y materializado por los implementadores. Para excluir consideraciones de eficiencia, asumimos que la tecnología de producción es tal que se necesitan dos agentes para realizar el producto significativamente; no es posible concebir a la organización como funcional si emplea a un sólo agente.

La estructura de los proyectos es como sigue. Existen dos proyectos $i \in \{1,2\}$, y existen dos estados de la naturaleza $\theta \in \{1,2\}$, y éstos últimos ocurren con igual probabilidad. Los proyectos pueden fallar, en cuyo caso brindan 0 al Propietario de la firma, o tener éxito y conferir un beneficio de R. Decimos que el proyecto $i \in \{1,2\}$ está "adaptado" al estado de naturaleza θ cuando $i = \theta$.

El DM selecciona uno de los dos proyectos. Luego, el mismo es ejecutado por los agentes. Existe riesgo moral (*moral hazard)* en la etapa de la implementación: los implementadores tienen que escoger un nivel de esfuerzo de ejecución $e_j \in [0,1]$, donde

$j \in \{1,2\}$ indica a cada uno de los agentes.[2] El esfuerzo se asume inobservable para el DM, y costoso para los agentes, quienes enfrentan una función de costos que por simplicidad se asume cuadrática: $C(e) = \frac{1}{2}\gamma e^2$.

Hacemos el supuesto extremo de que la selección del proyecto y los esfuerzos de la implementación son complementos perfectos. Esto es, en primer lugar para ser exitoso un proyecto, el mismo debe estar adaptado al estado de naturaleza (es decir, que $\theta = i$). Pero por otro lado, aún cuando el proyecto elegido por el DM esté adaptado, los esfuerzos de los implementadores pueden no ser fructíferos: serán válidos sólo probabilísticamente, de acuerdo a una función que asigna a pares de esfuerzos una probabilidad, $Pr[\text{esfuerzo exitoso}|e_1, e_2]$. Asumimos que dicha función de probabilidad es creciente, en el sentido de que las derivadas parciales son mayores o iguales a 0. Recapitulando, para que el proyecto sea exitoso debe estar: a) adaptado al estado de naturaleza, y b) los *esfuerzos* de los implementadores deben ser realizados exitosamente.

Antes de seleccionar el proyecto, la organización recibe una señal binaria $\sigma \in \{1,2\}$ acerca del estado de la naturaleza. La señal es informativa en el sentido de que

$$\Pr[\sigma = i|\theta = i] = \alpha > \frac{1}{2}, \forall i = 1,2$$

Asumimos que esta señal es de conocimiento público.

El Propietario es neutral al riesgo y maximiza el beneficio esperado. A su vez, el DM obtiene un beneficio privado de $\bar{B} > 0$ (respectivamente, $\underline{B}$>0) cuando su proyecto más preferido (resp., menos preferido) es implementado y logra ser exitoso (con $\bar{B} > \underline{B} >$

[2] Landier *et al* modelan una versión con esfuerzos binarios ($e \in \{0,1\}$). En nuestro trabajo, optamos por la versión de esfuerzo continuo que ellos refieren en la nota al pie número 3, debido a que la formulación binaria dificulta el análisis que queremos hacer al conducir a una pérdida de casos relevantes cuando los esfuerzos son complementarios y dificultades intuitivas para plantear sustituibilidad entre los esfuerzos.

Universidad de San Andrés

0). Cuando el proyecto falla, no recibe ningún tipo de beneficio. Como una simple normalización a los fines de facilitar la exposición, y sin pérdida de generalidad, asumimos que el proyecto preferido del DM es el 1. Similarmente, cada implementador obtiene un beneficio privado de $\bar{b} > 0$ (resp. $\underline{b} < \bar{b}$) cuando su proyecto preferido (resp. menos preferido) es seleccionado y tiene éxito. En caso de fallar el proyecto, recibe 0 también.

En el contexto de nuestro modelo, el *diseño organizacional* es simplemente la elección de la composición de la organización. Es decir, es la elección entre: a) una organización *homogénea* donde tanto el DM como ambos implementadores prefieren el proyecto 1; b) un equipo *mixto*, donde el DM y uno de los implementadores (asumimos que el $j = 1$) prefieren el proyecto 1 mientras que el otro implementador tiene una preferencia distinta, por el 2; y c) una organización *heterogénea* (del tipo "todos contra el jefe"), donde el DM prefiere el proyecto 1 mientras que todos los implementadores el 2. Notemos que tanto la organización homogénea como la heterogénea, que derivan su nombre de Landier et al, refieren a la dimensión *vertical* del grado de disenso en la organización, mientras que en el plano *horizontal*, en el estrato de los implementadores, asumen una completa homogeneidad. Del otro lado, la organización mixta, tipología introducida en el presente trabajo, se establece como la que introduce precisamente esta diversidad en el plano horizontal faltante en Landier *et al.*

Para simplificar la exposición, asumimos que el DM está más intrínsecamente sesgado que cada implementador, en el sentido de que

$$\frac{\bar{B}}{\underline{B}} > \frac{\bar{b}}{\underline{b}}$$

de manera que su preferencia relativa por su proyecto preferido, es más fuerte que la preferencia relativa del implementador por su propio proyecto preferido.

Finalmente, la secuencia temporal de los eventos es la siguiente:

1. Diseño organizacional: el Propietario selecciona la forma de la organización, esto es, si ha de ser homogénea, mixta o heterogénea.
2. Toma de Decisiones: El DM y los implementadores observan la señal $\sigma \in \{1,2\}$ con precisión $\alpha > \frac{1}{2}$ sobre el estado de la naturaleza. El DM entonces selecciona uno de los dos proyectos.
3. Implementación: Los implementadores eligen su nivel de esfuerzo e_j dado su conocimiento del costo del esfuerzo, la señal σ y el proyecto $\mathcal{P}$ elegido por el DM en $t = 2$.
4. Pagos: El proyecto o bien tiene éxito (dando beneficios R a la organización y beneficios privados a los agentes y al DM) o bien fracasa (dando beneficios 0 a todos)

b. Resultados en Landier et al *(2009)*

Una vez provistos del marco conceptual del modelo básico, podemos enunciar los resultados de Landier *et al* con mayor precisión. La única diferencia relevante de su modelo con el planteado aquí es que al involucrar a un solo agente para la implementación, la organización mixta desaparece como tipología posible.

Resolviendo el modelo, ellos encuentran que en el período 2, existen para cada tipo de organización niveles de α que definen si el DM responderá a la señal u optará siempre por elegir su proyecto preferido independientemente de lo que ella indique. Transcribimos aquí su proposición:

Proposición 1 (Landier *et al*). Existen α^{het} y α^{hom} tales que $\frac{1}{2} < \alpha^{het} < \alpha^{hom} < 1$ y

1. Para $\alpha \leq \alpha^{het}$, ambas organizaciones son "no reactivas"; esto es, el DM siempre selecciona el proyecto 1
2. Para $\alpha^{het} \leq \alpha \leq \alpha^{hom}$, la organización homogénea permanece no-reactiva mientras que la heterogénea se vuelve reactiva; esto es, siempre selecciona el proyecto indicado por la señal.
3. Para $\alpha > \alpha^{hom}$, ambas organizaciones son reactivas.

Estos resultados, son bastante intuitivos. En el caso 1, la señal no es suficientemente indicativa, por lo que el DM no tiene grandes incentivos a elegir otro proyecto que no sea de su preferencia; los implementadores, por su parte, tampoco tienen una idea precisa acerca de la viabilidad del proyecto elegido por el DM. A medida que la señal va ganando informatividad, el DM comienza a responder y seguir la señal. El hecho de que en la organización heterogénea los implementadores estén menos dispuestos a seguir el proyecto preferido por el DM ante una señal que es informativa del proyecto correcto, es lo que otorga al Decisor mayores incentivos a seguir la señal respecto de la organización homogénea, en donde los agentes comparten la preferencia por el proyecto 1. Finalmente, cuando la informatividad de la señal tiende a 1, independientemente del tipo de organización el DM naturalmente sigue a la señal.

Luego, analizando las decisiones óptimas en el período 1, encuentran la siguiente proposición:

Universidad de SanAndrés

Proposición 2 (Landier *et al*). Existe un $\alpha^* \in [\alpha^{het}, \alpha^{hom}]$ tal que

1. Para $\alpha < \alpha^*$, la organización homogénea no reactiva es óptima
2. Para $\alpha^{hom} > \alpha > \alpha^*$, la organización heterogénea reactiva es óptima
3. Para $\alpha \geq \alpha^{hom}$, ambas organizaciones dan el mismo beneficio esperado.

De este modo, el resultado principal del paper es que dependiendo de la incertidumbre que enfrente la organización, es conveniente tener una forma organizacional u otra; esto es, el disenso (vertical) es óptimo para ciertos valores (intermedios y altos) de α.

c. Agentes múltiples: sustitución y complementariedad

El hecho de que en nuestro trabajo proponemos un modelo con más de un agente, plantea algunas cuestiones acerca de la naturaleza de la producción y la miríada de formas en que los esfuerzos de los implementadores podrían interactuar para determinar la producción. Proponemos entonces analizar y resolver el modelo para dos casos de referencia tradicionales dentro de la teoría económica: sustitución y complementariedad entre los esfuerzos, los inputs de nuestra función de producción.

El modelo original plantea que los esfuerzos afectan al output vía la probabilidad de éxito del esfuerzo, por lo que nuestra formulación de ambos casos se dará en la forma en que los esfuerzos se combinan entre sí para determinar la probabilidad conjunta de esfuerzo exitoso.

Analizamos primero el caso de sustitución. En este caso, lo que importa para la realización del output es la suma o el total del esfuerzo más que la distribución entre los agentes. Para ello, definimos la función

QUAERERE VERUM
Universidad de
SanAndrés

$$\Pr[\text{esfuerzo exitoso}|e_1, e_2] = \frac{1}{2}(e_1 + e_2)$$

Asimismo, definimos la probabilidad bajo complementariedad de la siguiente forma:

$$\Pr[\text{esfuerzo exitoso}|e_1, e_2] = \sqrt{e_1 e_2}$$

Ambas constituyen adaptaciones de la clásica forma aditiva-sustitutiva y multiplicativa-complementaria a fines de acotar la imagen entre 0 y 1, tal como corresponde a una probabilidad.[3] Por otro lado, en el plano estrictamente matemático, lo que obtenemos es que ambas funciones no son más que promedios, aritmético en un caso y geométrico en el otro.

d. Resolución del modelo y caracterización del equilibrio

Resolveremos el modelo bajo la especificación de complementos y sustitutos paralelamente, por cuanto el desarrollo es muy similar en ambos casos.

El juego se resuelve por inducción hacia atrás (*backward induction*). En t=3, los implementadores deciden simultáneamente el nivel de esfuerzo a aportar. Dada una elección de proyecto por parte el DM, dada la señal y tomando la decisión del otro agente como dada, cada implementador maximiza:

[3] Por demás, la derivada cruzada cumple con la condición de $\frac{\partial^2 \Pr[.]}{\partial e_1 \partial e_2} \geq 0$.

QUAERERE VERUM Universidad de SanAndrés

Maximización del DM		
	Sustitutos	$\underset{e_1}{Max}\underbrace{\{\mathbb{I}_{p=\sigma}\times\alpha+\mathbb{I}_{p\neq\sigma}\times(1-\alpha)\}}_{\substack{Probabilidad\ de\ adaptación \\ de\ proyecto\ dada\ señal}} \times \underbrace{\frac{1}{2}(e_1+e_2)}_{\substack{Probabilidad\ de \\ esfuerzo\ exitoso}} \times \underbrace{b(\mathcal{P})}_{\substack{Beneficio\ privado \\ del\ proyecto\ \mathcal{P}}} - \underbrace{\frac{1}{2}\gamma e_1^2}_{\substack{Costo\ del \\ esfuerzo}}$
	Complementos	$\underset{e_1}{Max}\underbrace{\{\mathbb{I}_{p=\sigma}\times\alpha+\mathbb{I}_{p\neq\sigma}\times(1-\alpha)\}}_{\substack{Probabilidad\ de\ adaptación \\ de\ proyecto\ dada\ señal}} \times \underbrace{\sqrt{e_1e_2}}_{\substack{Probabilidad\ de \\ esfuerzo\ exitoso}} \times \underbrace{b(\mathcal{P})}_{\substack{Beneficio\ privado \\ del\ proyecto\ \mathcal{P}}} - \underbrace{\frac{1}{2}\gamma e_1^2}_{\substack{Costo\ del \\ esfuerzo}}$

donde $\mathbb{I}$ representa la función indicadora.

La condición de primer orden es, respectivamente:

CPO Maximización DM		
	Sustitutos	$\frac{1}{2}\{\mathbb{I}_{p=\sigma}\times\alpha+\mathbb{I}_{p\neq\sigma}\times(1-\alpha)\}\times b(\mathcal{P})=\gamma e_j$
	Complementos	$\frac{1}{2}\{\mathbb{I}_{p=\sigma}\times\alpha+\mathbb{I}_{p\neq\sigma}\times(1-\alpha)\}\times b(\mathcal{P})\times\frac{1}{2}\sqrt{\frac{e_{-j}}{e_j}}=\gamma e_j$

Las elecciones óptimas de esfuerzo y la probabilidad conjunta de esfuerzo exitoso resultante, para el caso en que $\mathcal{P}=\sigma$ donde $\mathcal{P}$ es el proyecto elegido por el DM, son

QUAERERE VERUM
Universidad de
SanAndrés

Elección óptima de esfuerzo		$\boldsymbol{\mathcal{P} = \sigma}$	$\boldsymbol{\mathcal{P} \neq \sigma}$
	Sustitutos	$e_j^* = \begin{cases} \frac{1}{2\gamma}\alpha\bar{b} & \text{si } j \text{ prefiere el } \mathcal{P} \\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\underline{b} & \text{si } j \text{ no prefiere el } \mathcal{P} \end{cases}$	$e_j^* = \begin{cases} \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\bar{b} & \text{si } j \text{ prefiere el } \mathcal{P} \\ \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\underline{b} & \text{si } j \text{ no prefiere el } \mathcal{P} \end{cases}$
	Complementos	$e_j^* = \begin{cases} \frac{1}{2\gamma}\alpha\,\bar{b} & \text{si ambos prefieren el } \mathcal{P} \\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\,\bar{b}^{3/4}\underline{b}^{1/4} & \text{si } j \text{ prefiere } \mathcal{P} \text{ y} -j \text{ no} \\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\,\underline{b} & \text{si ninguno prefiere el } \mathcal{P} \end{cases}$	$e_j^* = \begin{cases} \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\bar{b} & \text{si ambos prefieren el } \mathcal{P} \\ \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\bar{b}^{3/4}\underline{b}^{1/4} & \text{si } j \text{ prefiere } \mathcal{P} \text{ y} -j \text{ no} \\ \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\underline{b} & \text{si ninguno prefiere el } \mathcal{P} \end{cases}$

QUAERERE VERUM
Universidad de San Andrés

Probabilidad de éxito de esfuerzos óptimos agregados		$\boldsymbol{\mathcal{P} = \sigma}$	$\boldsymbol{\mathcal{P} \neq \sigma}$
	Sustitutos	$\Pr = \frac{1}{2}(e_1^* + e_2^*) = \begin{cases} \frac{1}{2\gamma}\alpha\,\bar{b} & \text{si ambos prefieren el } \mathcal{P} \\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\,\frac{1}{2}(\bar{b}+\underline{b}) & \text{si un } j \text{ prefiere } \mathcal{P} \text{ y} -j \text{ no} \\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\,\underline{b} & \text{si ninguno prefiere el } \mathcal{P} \end{cases}$	$\Pr = \frac{1}{2}(e_1^* + e_2^*) = \begin{cases} \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\,\bar{b} & \text{si ambos prefieren el } \mathcal{P} \\ \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\,\frac{1}{2}(\bar{b}+\underline{b}) & \text{si un } j \text{ prefiere } \mathcal{P} \text{ y} -j \text{ no} \\ \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\,\underline{b} & \text{si ninguno prefiere el } \mathcal{P} \end{cases}$
	Complementos	$\Pr = \sqrt{e_1^* e_2^*} = \begin{cases} \frac{1}{2\gamma}\alpha\,\bar{b} & \text{si ambos prefieren el } \mathcal{P} \\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\,\sqrt{\bar{b}\underline{b}} & \text{si un } j \text{ prefiere } \mathcal{P} \text{ y} -j \text{ no} \\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\,\underline{b} & \text{si ninguno prefiere el } \mathcal{P} \end{cases}$	$\Pr = \sqrt{e_1^* e_2^*} = \begin{cases} \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\,\bar{b} & \text{si ambos prefieren el } \mathcal{P} \\ \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\,\sqrt{\bar{b}\underline{b}} & \text{si un } j \text{ prefiere } \mathcal{P} \text{ y} -j \text{ no} \\ \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\,\underline{b} & \text{si ninguno prefiere el } \mathcal{P} \end{cases}$

En las expresiones de la probabilidad agregada de esfuerzos, notemos que $\frac{1}{2}\left(\bar{b}+\bar{b}\right)=\bar{b}=\sqrt{\bar{b}\bar{b}}$, así como $\frac{1}{2}\left(\underline{b}+\underline{b}\right)=\underline{b}=\sqrt{\underline{b}\,\underline{b}}$, de modo que las probabilidades pueden ser expresadas, en cualquiera de los casos, en términos de promedios de esfuerzo, sean éstos aritméticos o geométricos. Aún más, cuando ambos agentes son iguales, la probabilidad agregada de esfuerzo exitoso es la misma para ambas especificaciones. Esto, va a tener consecuencias muy importantes para los resultados. Como veremos, desde este punto las ecuaciones de sustitutos y complementos comienzan a converger y a arrojar resultados idénticos.

Intuitivamente, lo que las formulas dicen que los implementadores van a ejercer un mayor esfuerzo en proyectos que 1) intrínsecamente les gustan ($\bar{b}>\underline{b}$); y 2) que tienen una mayor probabilidad tener éxito.

Dadas las elecciones óptimas de esfuerzo, en la etapa de la decisión del proyecto en t=2, el DM elige el proyecto dada la señal y anticipando racionalmente aquél comportamiento por parte de los agentes.

En primer lugar, mostramos que cuando la señal indica que el proyecto correcto es el preferido por el DM (i.e., el 1), el DM siempre elige dicho proyecto, independientemente de la estructura de la organización.

Decisión del DM, ante $\sigma = 1$	**Sustitutos**	**Homogénea**	$\underbrace{\alpha\left[\frac{1}{2\gamma}\alpha\bar{b}\right]\bar{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=1}} > \underbrace{(1-\alpha)\left[\frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\underline{b}\right]\underline{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=2}} \Rightarrow \mathcal{P}=1.$
		Mixta	$\underbrace{\alpha\left[\frac{1}{2\gamma}\alpha\sqrt{\bar{b}\underline{b}}\right]\bar{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=1}} > \underbrace{(1-\alpha)\left[\frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\sqrt{\bar{b}\underline{b}}\right]\bar{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=2}} \Rightarrow \mathcal{P}=1$
		Heterogénea	$\underbrace{\alpha\left[\frac{1}{2\gamma}\alpha\underline{b}\right]\bar{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=1}} > \underbrace{(1-\alpha)\left[\frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\bar{b}\right]\underline{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=2}}$, cierto por el supuesto 1 $\Rightarrow \quad \mathcal{P}=1$
	Complementos	**Homogénea**	$\underbrace{\alpha\left[\frac{1}{2\gamma}\alpha\bar{b}\right]\bar{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=1}} > \underbrace{(1-\alpha)\left[\frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\underline{b}\right]\underline{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=2}} \Rightarrow \mathcal{P}=1.$
		Mixta	$\underbrace{\alpha\left[\frac{1}{2\gamma}\alpha\frac{\bar{b}+\underline{b}}{2}\right]\bar{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=1}} > \underbrace{(1-\alpha)\left[\frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\frac{\bar{b}+\underline{b}}{2}\right]\bar{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=2}} \Rightarrow \mathcal{P}=1$
		Heterogénea	$\underbrace{\alpha\left[\frac{1}{2\gamma}\alpha\underline{b}\right]\bar{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=1}} > \underbrace{(1-\alpha)\left[\frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\bar{b}\right]\underline{B}}_{\substack{Beneficio\ esperado\\ de\ elegir\ \mathcal{P}=2}}$, cierto por el supuesto 1 $\Rightarrow \quad \mathcal{P}=1$

Universidad de SanAndrés

En segundo lugar, cuando la señal observada es $\sigma = 2$, la elección óptima del DM es responder a la señal (esto es, elegir el proyecto 2) si y sólo si:

Decisión del DM, ante $\boldsymbol{\sigma}$ = 2: Condición de reactividad a la señal	Sustitutos	**Homogénea**	$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 \geq \frac{\bar{b}}{\underline{b}}\frac{\bar{B}}{\underline{B}} \Leftrightarrow \alpha \geq \alpha^{hom} \in \left(\frac{1}{2},1\right)$
		Mixta	$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 \geq \frac{\bar{B}}{\underline{B}} \quad \Leftrightarrow \alpha \geq \alpha^{mix} \in \left(\frac{1}{2},1\right)$
		Heterogénea	$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 \geq \frac{\underline{b}}{\bar{b}}\frac{\bar{B}}{\underline{B}} \Leftrightarrow \alpha \geq \alpha^{het} \in \left(\frac{1}{2},1\right)$
	Complementos	**Homogénea**	$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 \geq \frac{\bar{b}}{\underline{b}}\frac{\bar{B}}{\underline{B}} \Leftrightarrow \alpha \geq \alpha^{hom} \in \left(\frac{1}{2},1\right)$
		Mixta	$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 \geq \frac{\bar{B}}{\underline{B}} \quad \Leftrightarrow \alpha \geq \alpha^{mix} \in \left(\frac{1}{2},1\right)$
		Heterogénea	$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 \geq \frac{\underline{b}}{\bar{b}}\frac{\bar{B}}{\underline{B}} \Leftrightarrow \alpha \geq \alpha^{het} \in \left(\frac{1}{2},1\right)$

Intuitivamente, para que el proyecto 2 indicado por la señal sea elegido, el grado de informatividad de la señal (medido por α, o por $\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2$) debe ser suficientemente alto como para sopesar el sesgo relativo de los individuos. Es observable de las desigualdades anteriores que dado un valor de α el incentivo del DM a elegir el proyecto 2 es más fuerte a medida que hay más miembros en el equipo que son diferentes a él, lo cual es explicado por el hecho de que los beneficios generados por adoptar el proyecto indicado por la señal en términos de motivación de los implementadores son cada vez mayores. Esto es lo que Landier *et al* denominan "restricción de implementación" (*implementation constraint*): el hecho de tener agentes poco motivados al seleccionar el proyecto 1 hace que los mismos provean un nivel bajo de esfuerzo, dañando la probabilidad de éxito del proyecto. Es por ello que en una organización heterogénea una menor informatividad de la señal es necesaria para que el proyecto 2 sea elegido, y la toma de decisiones de la organización descanse en procesos de selección en base a medidas objetivas de información antes que en sesgos individuales.

Como se puede observar, los sistemas de inecuaciones son idénticos entre los casos de sustitución y complementariedad, por lo que los resultados mencionados hasta aquí pueden ser condensados mediante una única proposición. Lo que es más remarcable aún, es que los valores umbrales mencionados resultan ser los mismos para un caso y otro.

Proposición 3. Existen $\alpha^{het}, \alpha^{mix}, \alpha^{hom}$ tales que $\frac{1}{2} < \alpha^{het} < \alpha^{mix} < \alpha^{hom} < 1$ y

1. Para $\alpha \leq \alpha^{het}$, las tres organizaciones son no reactivas; esto es, el DM siempre selecciona el proyecto 1
2. Para $\alpha^{het} \leq \alpha \leq \alpha^{mix}$, sólo la heterogénea es reactiva, mientras que la mixta y la homogénea se mantienen no reactivas.
3. Para $\alpha^{mix} \leq \alpha \leq \alpha^{hom}$, tanto la heterogénea como la mixta son reactivas, mientras que la homogénea permanece no reactiva
4. Para $\alpha \geq \alpha^{hom}$, todas las organizaciones son reactivas.

Demostración. Ver apéndice A.

Como podemos ver, estos resultados son consistentes con los hallados por Landier *et al* (2009). Al mismo tiempo, el valor umbral de la organización mixta, como se esperaría, se encuentra entre el de la heterogénea y el de la homogénea.

Hasta aquí lo que tenemos son resultados acerca de la *toma de decisiones* de la organización dado el grado de informatividad de la señal. Para hallar el diseño organizacional óptimo, tornamos nuestra atención a la decisión del Propietario en t=1.

e. Diseño organizacional óptimo

El diseño organizacional óptimo elegido en t=1 se obtiene mediante la comparación del valor esperado de la organización en cada una de las tres formas organizacionales, que son, en el caso de complementos:

	Informatividad	**Valor esperado según tipo de organización**
Valor esperado de la organización, caso complementos	$\boldsymbol{\alpha \in (1/2\,, \alpha^{het})}$	$V^{hom}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}[\alpha^2 + (1-\alpha)^2]\,\bar{b}\;\; R$ $V^{mix}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}[\alpha^2 + (1-\alpha)^2]\,\sqrt{\bar{b}\underline{b}}\,R$ $V^{het}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}[\alpha^2 + (1-\alpha)^2]\,\underline{b}\;\; R$
	$\boldsymbol{\alpha \in (\alpha^{het}, \alpha^{mix})}$	$V^{hom}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}[\alpha^2 + (1-\alpha)^2]\,\bar{b}\;\; R$ $V^{mix}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}[\alpha^2 + (1-\alpha)^2]\,\sqrt{\bar{b}\underline{b}}\,R$ $V^{het}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\alpha^2\frac{1}{2}\left(\bar{b} + \underline{b}\right)R$
	$\boldsymbol{\alpha \in (\alpha^{mix}, \alpha^{hom})}$	$V^{hom}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}[\alpha^2 + (1-\alpha)^2]\,\bar{b}\;\; R$ $V^{mix}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\;\alpha^2\sqrt{\bar{b}\underline{b}}\,R$ $V^{het}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\alpha^2\frac{1}{2}\left(\bar{b} + \underline{b}\right)R$
	$\boldsymbol{\alpha \in (\alpha^{hom}, 1)}$	$V^{hom}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\alpha^2\frac{1}{2}\left(\bar{b} + \underline{b}\right)R$ $V^{mix}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\;\alpha^2\sqrt{\bar{b}\underline{b}}\,R$ $V^{het}(\alpha) = \frac{1}{2\gamma}\alpha^2\frac{1}{2}\left(\bar{b} + \underline{b}\right)R$

Universidad de San Andrés

Para el caso de sustitutos, los resultados son iguales salvo en que toda vez que el factor $\sqrt{\bar{b}\underline{b}}$ aparece arriba, éste es sustituido por $\frac{1}{2}(\bar{b}+\underline{b})$.[4]

III. Resultados principales

Podemos notar que cuando $\alpha > \alpha^{hom}$ (caso en que todas las organizaciones son reactivas), el valor de las organizaciones es igual para la homogénea y la heterogénea. Esto ocurre por la simetría del modelo: en organizaciones reactivas, ambos proyectos 1 y 2 pueden ser *ex ante* seleccionados con probabilidad $\frac{1}{2}$, llevando a que el proyecto seleccionado sea de la preferencia o no de los implementadores de una manera equiprobable (por ello aparece el factor $\frac{\bar{b}+\underline{b}}{2}$). Condicional a la señal, ambos proyectos van a tener éxito con probabilidad α y esto es esperado por los implementadores. Por otro lado, cuando la organización es mixta el valor esperado es un tanto menor, debido a la desigualdad de las medias aritmética y geométrica[5].

En el otro extremo, cuando los valores de α son chicos y la organización enfrenta una alta incertidumbre ($\alpha < \alpha^{het}$), las organizaciones siempre implementan el mismo proyecto (el proyecto 1) independientemente de la (ruidosa) señal. Pero como los implementadores en organizaciones heterogéneas y mixtas tienen una menor motivación

---

[4] De nuevo, ello se debe al hecho de que cuando los agentes son iguales, independientemente de cuál sea su proyecto preferido, las probabilidades agregadas son iguales para ambos casos. Las discrepancias entre sustitutos y complementos, aparecen únicamente en la organización mixta.

[5] La media aritmética de un conjunto de números es mayor o igual a su media geométrica. En nuestro caso, $\frac{1}{2}(\bar{b}+\underline{b}) \geq \sqrt{\bar{b}\underline{b}}$, y esto es lo que hace que el valor de la organización mixta sea a lo sumo igual a la homogénea y heterogénea en el mencionado rango de $\alpha > \alpha^{hom}$, i.e., en contextos de alta certidumbre sobre cuál es el proyecto correcto.

intrínseca por el proyecto 1, la organización homogénea sistemáticamente provee un mayor valor esperado. De forma consistente, es seguida por la mixta que combina un implementador motivado y otro que no, y el tercer lugar es ocupado por la heterogénea, compuesta puramente por agentes desmotivados. Este ordenamiento es común para el caso de esfuerzos sustitutos y complementos, y ello se debe a que, sea cual sea la especificación, la probabilidad de esfuerzo exitoso es creciente en cualquiera de los esfuerzos. De este modo, contar con una organización mixta donde hay un agente motivado más respecto de la heterogénea conduce a un mayor esfuerzo agregado, en consecuencia una mayor probabilidad de esfuerzo exitoso, por lo tanto mayor probabilidad de que el proyecto tenga éxito y luego un mayor valor esperado de la organización.

Para los casos intermedios, encontramos un ranking que para facilitar la exposición presentamos en los siguientes diagramas, que corresponden sustitutos y complementos respectivamente:

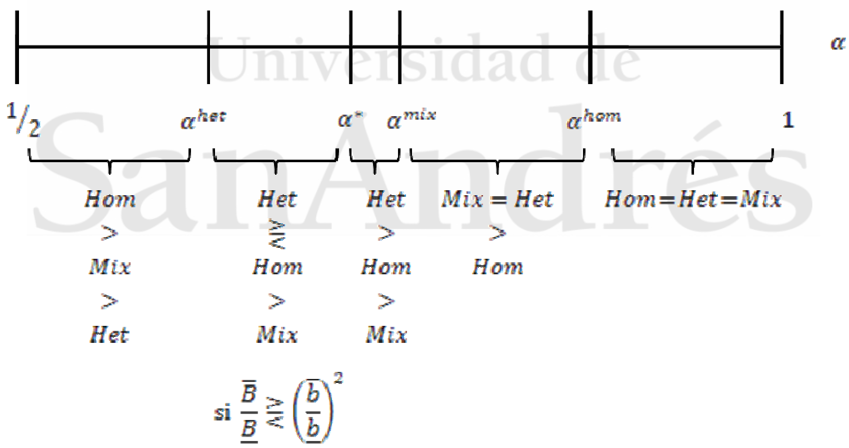

Figura 1-S. Diseño organizacional óptimo en sustitutos según valores de informatividad de la señal

Universidad de San Andrés

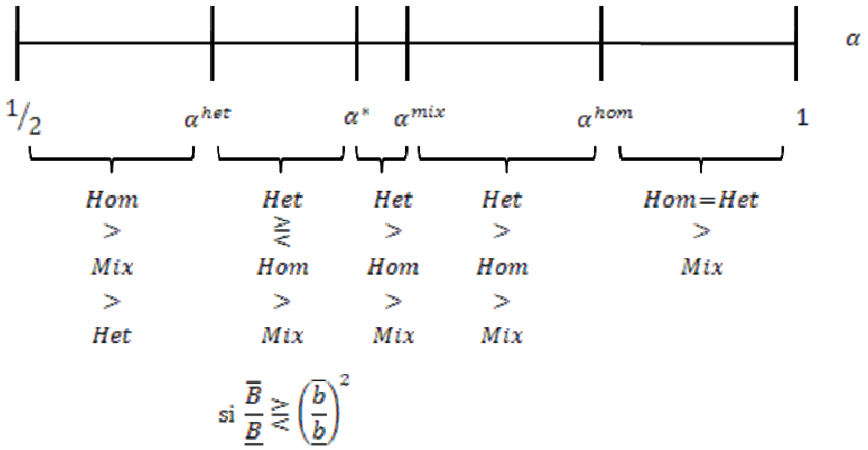

Figura 1-C. Diseño organizacional óptimo en complementos según valores de informatividad de la señal

Demostración. Ver apéndice B.

Lo primero que se observa es que, como anticipamos, hay una asombrosa coincidencia entre el orden de los umbrales (y, en términos generales, los diseños organizacionales óptimos tienden a mantenerse bajo las diferentes especificaciones. Este resultado se ve fortalecido por el hecho de que, aún más, los umbrales a su vez tienen valores idénticos para ambos casos, aunque reconocemos que esto último bien podría ser una coincidencia derivada de las especificaciones funcionales escogidas.

Sin embargo, para valores de elevados, comienzan a aparecer discrepancias en el diseño organizacional óptimo en un caso u otro. Para valores de elevados, cuando existe bastante certeza del proyecto correcto a implementar, en el caso de sustitutos las tres organizaciones brindan un igual valor esperado. De nuevo, esto ocurre por la simetría del modelo, que adjudica probabilidad – a ambos estados de naturaleza, y por la *linealidad* de la función que asigna la probabilidad de esfuerzo exitoso a partir los esfuerzos de los agentes. Cuando existe complementariedad, en cambio, la mixta es dominada por la heterogénea y

QUAERERE VERUM
Universidad de SanAndres

la homogénea, las cuales comparten el mismo valor esperado. Esto sucede por el hecho de que, si bien la simetría del modelo se mantiene, ahora la función de probabilidad es de naturaleza multiplicativa y, como vimos, ello deviene en estructuras geométricas que son menores o iguales a sus análogos aritméticos.

Es esto mismo lo que explica la correspondencia de las organizaciones óptimas para α bajos, y la falta de ella para valores altos. Siempre que $\alpha > \alpha^{mix}$, la mixta es reactiva y la comparación de valores esperados implica comparar promedios aritméticos con promedios geométricos en el caso de complementos, pero en el caso de sustitutos lo que se compara son promedios aritméticos consigo mismos, de ahí la igualdad de valor.

Al mismo tiempo, concluimos que nuestros resultados son perfectamente consistentes con los hallados por Landier *et al*, si prescindimos de toda alusión a la organización mixta como hicieran ellos. El ranking de los α umbrales, así como de las organizaciones óptimas, coincide perfectamente.

De cualquier manera, cualquiera sea el supuesto sobre las tecnologías de produccion (i.e., el modo en que los esfuerzos de los agentes se conjugan) y los supuestos sobre los beneficios privados de los individuos, lo que prevalece como un resultado persistente es que la mixta casi nunca es dominante, y cuando lo es, no lo es de manera única. Esto quiere decir que, si es posible elegir con iguales costos el tipo de organización, la elección relevante puede reducirse sin mayores inconvenientes a elegir entre la organización homogénea vs. la heterogénea, que es la analizada por el paper en el que se basa nuestro trabajo.

Este resultado es muy importante, dado que Landier *et al* solo consideraban una de las dimensiones de la heterogeneidad, la heterogeneidad vertical. Sin embargo, al considerar una firma donde solo existía un agente, ignoraron (de manera deliberada, porque no era el foco de su problema) las consecuencias que puede llegar a tener la heterogeneidad horizontal sobre el diseño óptimo de las organizaciones. En este trabajo tratamos ese problema, y encontramos que, en general, la heterogeneidad horizontal no es deseable, puesto que no mejora el valor de la organización y a veces la empeora. Los efectos de la heterogeneidad horizontal son mucho más perniciosos a medida que la función de producción se vuelve más complementaria. El canal básico por el que opera este resultado es que en organizaciones con mucha diversidad, es tanto más probable encontrar agentes desmotivados dado un proyecto. Si la función de producción es complementaria, ello implica restricciones de implementación más fuertes.

En línea con esto, cabe mencionar que en especificaciones de esfuerzo binario donde los esfuerzos son complementarios en forma perfecta (es decir que son exitosos cuando ambos implementadores ejercen un esfuerzo alto)[6], los resultados hallados cambian sustancialmente. En contextos donde hay heterogeneidad horizontal (organización mixta), lo que ocurre esencialmente es una restricción de implementación más difícil de satisfacer, en la medida en que la restricción relevante y operativa siempre es la del agente menos motivado, y en una organización horizontalmente heterogénea ocurre que siempre hay un agente menos motivado que el otro independientemente de cuál sea la preferencia del Tomador de Decisiones. En este sentido, bajo un contexto de complementariedad entre los esfuerzos de los agentes establecer una organización horizontalmente heterogénea trae como consecuencia una restricción de implementación como mínimo igual o aun más ajustada, pero nunca menos, lo cual implica menores o a lo sumo iguales probabilidades de éxito dado cualquier proyecto elegido. En estos contextos, una implicancia de política organizacional emerge. Siempre que la producción implique una relación de

[6] Es posible pensar en la función mínimo como especificación. En la literatura, esta clase de relación se ha identificado bajo el título de *weakest link*. Ver (Hirshleifer, 1983).

complementariedad perfecta entre los esfuerzos de más de un agente, y siempre que no hayan diferencias sustantivas en los costos de contratación entre ambos tipos, conviene tener a dos implementadores iguales más allá del grado en que los mismos estén alineados (o no) con el Decisor. En otras palabras, independientemente de qué sea lo mejor en la dimensión vertical, en la dimensión horizontal nunca es óptimo, para *ningún* valor de alfa, la heterogeneidad horizontal. La regla práctica puede sintetizarse entonces como: siempre que haya más de un implementador, mejor que sean iguales. Este resultado es robusto aun a la introducción de un tercer proyecto que permite que todos los jugadores tengan preferencias distintas entre sí.

Curiosamente, en el caso opuesto, cuando probamos una especificación binaria que trata de emular la sustitución de los esfuerzos a través de la función máximo[7], los resultados principales hallados en este trabajo se mantienen. Esto parece sugerir que, en el mejor de los casos, la heterogeneidad horizontal no aporta beneficios a la organización, aunque tal vez sea preferible, tal como expresan Landier *et al*, tener algún grado de heterogeneidad vertical.

QUAERERE VERUM
Universidad de
SanAndrés

IV. Conclusiones

En las organizaciones reales de carne y hueso, la fase de la implementación suele realizarse en equipos de trabajo más que individualmente. El presente trabajo extendió el modelo de Landier, Sraer y Thesmar sobre disenso óptimo en organizaciones a un esquema en donde la implementación se realiza por varios agentes en lugar de uno para analizar y comprobar la robustez de los resultados hallados allí.

---

[7] Conocida también como función *best-shot*. Ver (Hirshleifer, 1983)

Un resultado importante que encontramos es que sus resultados son robustos ante la introducción de un segundo implementador, así como ante una variedad de especificaciones sobre la forma en que los esfuerzos interactúan. Tanto para el caso de esfuerzos complementarios como sustitutivos, lo que obtenemos es que en algunos casos el disenso (aún extremo, en el sentido de que *todos* los implementadores tengan preferencias contrarias a las del jefe) puede ser beneficioso para la organización. La idea clave es esencialmente la misma. En situaciones donde hay una noción medianamente clara y señales informativas acerca de cuál es el curso de acción correcto a tomar ($\alpha \in [\alpha^*, \alpha^{hom}]$), una organización con cierto grado de disenso ofrece la ventaja de que el Tomador de Decisiones enfrenta una restricción que consiste en la baja motivación intrínseca de los implementadores ante proyectos que creen que tienen pocas probabilidades de éxito $1-\alpha$, lo cual limita de una manera más eficaz su libertad de elegir arbitrariamente (i.e., ignorando la señal) el proyecto de su propia preferencia al anticipar bajos niveles de esfuerzo que dañarán probabilidad de éxito del proyecto. En estos contextos, cierto grado de disenso agrega valor a la organización, debido a que la mera presencia de implementadores independientes incentiva al Decisor a usar medidas más objetivas de información en su proceso de selección y decisión de los proyectos implementados.

Sin embargo, dichos beneficios son los derivados por la heterogeneidad vertical, que como vimos restringe las elecciones del Decisor. El aporte de nuestro trabajo fue por otro lado analizar cuáles son las implicancias de la heterogeneidad horizontal en el diseño de las organizaciones. En general, encontramos que la heterogeneidad horizontal no altera los resultados sobre la heterogeneidad vertical óptima. Lo que es más, al menos en el marco que planteamos, dicha diversidad horizontal no agrega valor a la organización y, en algunos casos, a medida que la función de producción se vuelve más complementaria, tiene consecuencias más bien negativas. Ello se debe a que bajo complementariedad, la restricción de implementación operativa siempre es la de quien está menos motivado, y en organizaciones con mayor diversidad es más probable encontrar que exista algún agente desmotivado. Este resultado se levanta en clara disonancia con los encontrados por Athey *et al* (2000), quienes encuentran que la diversidad en el equipo es beneficiosa. Sin embargo, debemos mencionar que ello se debe al supuesto mismo del que ellos parten, que especifica una función de producción con rendimientos decrecientes en la homogeneidad.

Por último, debemos reconocer las limitaciones de nuestro análisis. La principal carencia, estiba en que no hemos considerado la mayoría de las cuestiones que surgen al sumergirnos en el mundo de la múltiple agencia (*multi agency)*, que han sido extensamente documentadas por la literatura económica, particularmente por la Economía Política y la Economía de las Organizaciones. Problemas tales como la colusión y los acuerdos entre los implementadores en contra del jefe, las actividades de *lobby* o influencia, y, más generalmente, las distorsiones de incentivos que podrían emerger de la interacción entre los individuos[8] han sido ignorados en el presente análisis. Existen muchos otros fenómenos relacionados y originados a partir la múltiple agencia cuya interacción con los elementos centrales y constitutivos de nuestro modelo merece ser estudiada y analizada con mayor escrutinio. El presente trabajo ha pretendido, en alguna pequeña medida, desentrañar tan sólo uno de los innumerables y a menudo intrincados lazos dentro del complejo entramado que suelen implicar las organizaciones sociales, compuestas, esencialmente, por seres humanos a menudo racionales y egoístas.

[8] Para una referencia, ver Hölmstrom (1982)

QUAERERE VERUM
Universidad de
SanAndrés

V. Apéndices

A. Prueba de proposición I

Planteamos la demostración para el caso complementos. Dada la señal 2, el DM compara los beneficios que obtendrá en valor esperado del proyecto 1 respecto del proyecto 2. Para la organización homogénea, el DM adoptará el proyecto indicado por la señal (i.e., será reactivo a la señal) si y sólo si el beneficio esperado de hacerlo supera al de elegir el otro proyecto:

$$\left[\alpha\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\underline{b}\right]\underline{B} > \left[(1-\alpha)\ \frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\bar{b}\right]\bar{B}$$

$$\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 > \frac{\bar{b}}{\underline{b}}\,\frac{\bar{B}}{\underline{B}}$$

Notemos que $\lim_{\alpha\to 1/2^+}\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 = 1 < \frac{\bar{b}}{\underline{b}}\,\frac{\bar{B}}{\underline{B}}$, y que $\lim_{\alpha\to 1^-}\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 = +\infty > \frac{\bar{b}}{\underline{b}}\,\frac{\bar{B}}{\underline{B}}$. Por un argumento de continuidad, $\exists\alpha^{hom} \in \left(\frac{1}{2}, 1\right)$ tal que el DM está indiferente en elegir cualquiera de los proyectos. De manera análoga, sabemos que $\exists\alpha^{het}, \alpha^{mix} \in (\frac{1}{2}, 1)$ tal que el pago esperado del DM es el mismo para los dos proyectos en las organizaciones heterogénea y mixta respectivamente.

La demostración del ordenamiento de estos valores umbrales surge de manera inmediata si sabemos que $\bar{b} > \underline{b}$ y que:

$$\begin{cases} \left(\dfrac{\alpha^{hom}}{1-\alpha^{hom}}\right)^2 = \dfrac{\bar{b}}{\underline{b}}\,\dfrac{\bar{B}}{\underline{B}} \\ \left(\dfrac{\alpha^{mix}}{1-\alpha^{mix}}\right)^2 = \dfrac{\bar{B}}{\underline{B}} \\ \left(\dfrac{\alpha^{het}}{1-\alpha^{het}}\right)^2 = \dfrac{\underline{b}}{\bar{b}}\,\dfrac{\bar{B}}{\underline{B}} \end{cases}$$

Universidad de San Andrés

La demostración para el caso de los sustitutos es muy parecida y se realiza de manera análoga.

B. *Prueba de resultado del ranking de organizaciones óptimas*

Para demostrar la estructura de organizaciones óptimas para los distintos niveles de α, consideremos los valores de los distintos tipos de organizaciones en los diferentes intervalos relevantes de α. A modo de ejemplo, veamos el valor de la organización homogénea. Cuando $\alpha > \alpha^{hom}$, la organización es reactiva, tomando el proyecto indicado por la señal. Dada la simetría del modelo, con probabilidad $\frac{1}{2}$ ocurre cada uno de los estados de naturaleza θ, ante lo cual la señal indica $\sigma = \theta$ con probabilidad α. De acuerdo al proyecto indicado por la señal, y de acuerdo a las preferencias de los implementadores, se determina conjuntamente la probabilidad de éxito del proyecto. El valor esperado de la organización es entonces:

$$V^{hom}(\alpha \geq \alpha^{hom}) = \left(\frac{1}{2}\ \alpha\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\bar{b}\right)R + \left(\frac{1}{2}\ \alpha\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\underline{b}\right)R$$

Por otro lado, cuando $\alpha < \alpha^{hom}$, la organización es no reactiva, y el DM siempre adopta el proyecto 1 independientemente de lo que indique la señal. El valor esperado de la organización es entonces:

$$V^{hom}(\alpha < \alpha^{hom}) = \frac{1}{2}[\alpha\ \frac{1}{2\gamma}\alpha\bar{b} + (1-\alpha)\frac{1}{2\gamma}(1-\alpha)\bar{b}\ ]R$$

Luego de un poco de algebra elemental, obtenemos:

Tipo de Organización	Valor de α	Valor de la organización
Homogénea	$\alpha > \alpha^{hom}$	$\frac{1}{2\gamma}\alpha^2\frac{1}{2}(\bar{b}+\underline{b})R$
	$\alpha < \alpha^{hom}$	$\frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}[\alpha^2+(1-\alpha)^2]\bar{b}\,R$
Mixta	$\alpha > \alpha^{mix}$	$\frac{1}{2\gamma}\alpha^2\sqrt{\bar{b}\underline{b}}\,R$
	$\alpha < \alpha^{mix}$	$\frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}[\alpha^2+(1-\alpha)^2]\sqrt{\bar{b}\,\underline{b}}\,R$
Heterogénea	$\alpha > \alpha^{het}$	$\frac{1}{2\gamma}\alpha^2\frac{1}{2}(\bar{b}+\underline{b})R$
	$\alpha < \alpha^{het}$	$\frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}[\alpha^2+(1-\alpha)^2]\underline{b}\,R$

Por lo tanto, podemos dividir el análisis en 4 partes, según los tramos delimitados por los tres valores umbrales de α.

Primero, notemos que en el rango inferior $\alpha \in (\frac{1}{2}, \alpha^{het})$ la homogénea domina estrictamente a la mixta, que a su vez domina estrictamente a la heterogénea. Esto resulta de $\bar{b} = \sqrt{\bar{b}\bar{b}} > \sqrt{\bar{b}\underline{b}} > \sqrt{\underline{b}\,\underline{b}} = \underline{b}$.

En el otro extremo, en el rango superior, la homogénea y la heterogénea son iguales, y mejores que la mixta. Esto resulta de la simetría del modelo que hace que *ex ante* los dos proyectos tengan la misma probabilidad de ser seleccionados en una organización reactiva y por la forma en que se determina la probabilidad de esfuerzo exitoso en el caso de complementos. Provistos de ello, el ordenamiento surge de la desigualdad de los promedios aritmético y geométrico. En el caso de sustitutos, por otra parte, en la que la función de agregación de esfuerzos es lineal, las tres organizaciones tienen el mismo valor esperado.

Para el rango medio-alto $\alpha \in [\alpha^{mix}, \alpha^{hom}]$, las organizaciones heterogénea y mixta son reactivas, y ya vimos que en complementos la primera dominaba a la segunda en estos

QUAERERE VERUM
Universidad de
SanAndrés

casos, mientras que en sustitutos tenían valores iguales. Para ver dónde se posiciona la homogénea en el ranking computamos la diferencia con la organización mixta:

$$V^{hom} - V^{mix} = \frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}\ R\ (1-\alpha)^2 \left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 \left(\sqrt{\bar{b}\underline{b}} - \frac{1}{2}\bar{b}\right) - \frac{1}{2}\bar{b}\right]$$

Para que esta diferencia tenga posibilidades de ser positiva, el factor $\left(\sqrt{\bar{b}\underline{b}} - \frac{1}{2}\bar{b}\right)$ debe ser positivo, lo cual ocurre si y sólo si $\underline{b} > \frac{1}{4}\bar{b}$. Cuando ello ocurre, además, la expresión es creciente en α, por lo que es máxima en α^{hom}, el supremo del conjunto en cuestión. Recordemos de la demostración de la proposición I que en α^{hom}, el ratio $\left(\frac{\alpha^{hom}}{1-\alpha^{hom}}\right)^2 = \frac{\bar{b}}{\underline{b}}\frac{\bar{B}}{\underline{B}}$. La expresión entre corchetes deviene $\frac{\bar{b}}{\underline{b}}\left(\sqrt{\bar{b}\underline{b}} - \frac{1}{2}\left(\bar{b} + \underline{b}\bar{b}\right)\right)$. De la desigualdad de los promedios aritmético-geométrico, tenemos que si $\bar{b} \geq 1$ la expresión es negativa. Por lo tanto, en α^{hom}, donde la diferencia halla su valor máximo, es negativa, y sumado al hecho de que es creciente en α, tenemos que la organización mixta es superior a la homogénea en todo el intervalo. Por transitividad, la heterogénea domina entonces a la homogénea.

Por último, en el intervalo medio-inferior, $\alpha \in \left(\alpha^{het}, \alpha^{mix}\right)$, en primer lugar la organización homogénea domina a la mixta, pues $\bar{b} = \sqrt{\bar{b}\bar{b}} > \sqrt{\bar{b}\underline{b}}$. En cuanto a la relación entre la heterogénea y la mixta, calculamos la diferencia de los valores esperados:

$$V^{het} - V^{mix} = \frac{1}{2}\frac{1}{2\gamma}R\ \left[\alpha^2\left(\bar{b} + \underline{b} - \sqrt{\bar{b}\underline{b}}\right) - (1-\alpha)^2\sqrt{\bar{b}\underline{b}}\right]$$

La expresión es creciente en α pues $\bar{b}+\underline{b}-\sqrt{\bar{b}\underline{b}} > \bar{b}+\underline{b}-2\sqrt{\bar{b}\underline{b}} = \left(\sqrt{\bar{b}}-\sqrt{\underline{b}}\right)^2 > 0$.

En el valor mínimo posible $\alpha = \alpha^{het}$, obtenemos que esta diferencia es positiva, por lo que la organización heterogénea domina a la mixta en todo el tramo.

Por último, comparamos la homogénea con la heterogénea:

$$V^{het} - V^{hom} = \frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}\, R\,(1-\alpha)^2 \left[\left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^2 \underline{b} - \bar{b}\right]$$

Nuevamente, la expresión es creciente en α, y para su valor máximo en $\alpha = \alpha^{mix}$ utilizando el supuesto $\frac{\bar{B}}{\underline{B}} > \frac{\bar{b}}{\underline{b}}$ obtenemos que es positiva. En cambio, para el valor mínimo, en $\alpha = \alpha^{het}$, el resultado es ligeramente más complejo. La expresión deviene:

$$V^{het} - V^{hom} = \frac{1}{2\gamma}\frac{1}{2}\, R\,(1-\alpha^{het})^2 \left[\left(\frac{\bar{B}}{\underline{B}}\frac{\underline{b}}{\bar{b}}\right)\underline{b} - \bar{b}\right] \gtreqless 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{\bar{B}}{\underline{B}} \gtreqless \left(\frac{\bar{b}}{\underline{b}}\right)^2$$

En el caso de que no se cumpla esta condición, la diferencia es negativa en su valor mínimo, y por su carácter continuo y creciente en α, existe $\alpha^* \in [\alpha^{het}, \alpha^{mix})$ tal que $\forall \alpha \in [\alpha^{het}, \alpha^*]$ la organización homogénea domina a la heterogénea.

QUAERERE VERUM
Universidad de
SanAndrés

Referencias

Aghion, P. & Tirole, J. (1997) " Formal and Real Authority in Organizations", *The Journal of Political Economy*, *Vol. 105*, No. 1, pp. 1-29.

Athey, S., Avery, C. & Zemsky, P. (2000) "Mentoring and Diversity", *The American Economic Review, Vol. 90*, No. 4. (Sep., 2000), pp. 765-786.

Gibbons, R. (2003) "Team Theory, Garbage Cans and Real Organizations: Some History and Prospects of Economic Research and Decision Making in Organizations" *Industrial and Corporate Change*, *Vol. 12,* No. 4, pp. 753-787

Hirshleifer, J. (1983). "From Weakest-Link to Best-Shot: The Voluntary Provision of Public Goods." *Public Choice, Vol. 41, No. 3* , pp. 371-386.

Holmstrom, B. (1982)

Landier, A., Sraer, D. & Thesmar, D. (2009) "Optimal Dissent in Organizations", *Review of Economic Studies, Vol. 76*, pp. 761-794

Marino, A., Matsusaka, J., & Zábojnik, J. (2009). "Disobedience and Authority." *Journal of Law, Economics and Organization* .

QUAERERE VERUM
Universidad de
SanAndrés