



**Departamento de Economía**  
Facultad de Ciencias Sociales  
Universidad de la República

**Documentos de Trabajo**

**Migración por imitación y crecimiento económico:  
Caso de Chile y Perú**

**Elvio Accinelli, Edgar J. Sánchez Carrera y Osvaldo Salas**

**Documento No. 04/14**  
Junio 2014

ISSN 0797-7484

# Migración por imitación y crecimiento económico: Caso de Chile y Perú

Elvio Accinelli <sup>1</sup>

Edgar J. Sánchez Carrera <sup>2</sup>

Oswaldo Salas <sup>3</sup>

Thu May 29 15:34:14 2014

## Resumen

En este trabajo se estudia la dinámica evolutiva de la conducta migratoria impulsada por imitación. Se demuestra que, cualquier flujo migratorio, impulsado por la imitación de los semejantes, puede ser modelado por un sistema dinámico, una vez que las reglas que rigen la conducta imitativa son establecidas. Los parámetros que caracterizan ese sistema, quedan determinados por las condiciones sociales y económicas existentes en los países entre los que se establece dicha corriente migratoria, y pueden ser modificados a partir de consideraciones de política económica. Estas modificaciones, a su vez ocasionarán cambios en las soluciones del sistema dinámico, que reflejan la evolución del flujo migratorio. Se demuestra que la migración de trabajadores puede modificar el desempeño de las economías tanto de los países receptores como de aquellos en los que se inicia, en forma positiva o negativa, dependiendo de las características prevalecientes. Finalmente, se discuten elementos de política económica tendientes a contrarrestar los posibles efectos negativos de la migración. En particular consideraremos la corriente migratoria establecida entre Chile y Perú y sus posibles consecuencias en las respectivas economías.

**Palabras clave:** Bienestar Social; Comportamiento de Migrantes; Juegos Evolutivos; Teoría de la imitación; Dinámica del Replicador.

## Abstract

In this work the evolutionary dynamics of migratory behavior driven by imitation is studied. We show that, any migratory flow, driven by the imitation, can be modeled by a dynamic system, once the rules governing imitative behavior of the population, are established. The parameters characterizing the system are determined by the economic situation in each country from which the migratory current is established, and may be changed from policy considerations and social conditions. These changes, in turn lead to changes in the dynamic system solutions that reflect the evolution of the migratory flow. We show that labor migration can modify the performance of the economies of both receiving countries and those where it starts, positively or negatively, depending on the prevailing characteristics. Finally, elements of economic policy designed to counteract possible negative effects migration are discussed. In particular consider the migrant stream established between Chile and Peru and their possible impact on their economies.

**Keywords:** Social Welfare; Behavior of Migrants; Evolutionary Games; Theory of imitation; Replicator Dynamics.

**JEL Classification:** C72, F22, G3, R1.

---

<sup>1</sup> El autor, desea agradecer el apoyo obtenido a partir del proyecto, “Imitación, Bienestar, Crecimiento y Trampas de Pobreza”, CONACYT 167004 y de fondos PIFI de la Facultad de Economía de la UASLP. Facultad de Economía, UASLP México. E-mail: [elvio.accinelli@eco.uaslp.mx](mailto:elvio.accinelli@eco.uaslp.mx)

<sup>2</sup> Facultad de Economía UASLP México. E-mails: [edgar.carrera@uaslp.mx](mailto:edgar.carrera@uaslp.mx)

<sup>3</sup> School of Public Administration, University of Gothenburg. E-mail: [osvaldo.salas@spa.gu.se](mailto:osvaldo.salas@spa.gu.se)

## 1 Introducción

Conscientes de las importantes repercusiones que para la economía de los países tanto receptores como originarios, tienen los flujos migratorios, dedicaremos este trabajo a analizar su evolución a partir de un sistema dinámico, basado en las condiciones económicas subyacentes en los países involucrados. Si bien, el modelo que aquí presentaremos, es general (ver por ejemplo Accinelli, Carrera 2014), centraremos nuestro análisis en el flujo migratorio existente entre Perú y Chile. Esto, por la importancia que este fenómeno adquiere en los últimos años y porque aún no son claras las posibles repercusiones de este proceso en las economías de los respectivos países. Intentaremos dar algunas recomendaciones de política económica con la intención de evitar los resultados adversos posibles en cada país.

En este artículo, se considera que los agentes económicos a menudo hacen referencia al comportamiento de sus vecinos, o sus semejantes, en particular a aquellos que consideran más exitosos, para tomar decisiones. Quiénes sean los más exitosos, dependerá en cada momento, en definitiva, del estado actual de la economía. Al ser posible modelar este proceso de imitación, por un sistema dinámico, se abre la posibilidad de evaluar los estados posibles del flujo migratorio y sus repercusiones sobre la economía tanto del país receptor como del país de origen. Precisamente, las soluciones de este sistema dinámico, muestran la posible evolución de cada proceso migratorio particular.

El modelo que consideraremos fue introducido en Accinelli, Carrera, Salas (2014). No obstante haremos, en la presentación del mismo, algunas consideraciones adicionales. Dicho modelo, se desarrolla sobre la base de la economía evolutiva, incorporando luego una discusión sobre la imitación como alternativa a la decisión tomada con información perfecta. En las siguientes secciones, analizaremos la decisión de emigrar como un hecho racional, y luego, como alternativa ante la no existencia de información perfecta, el papel de la imitación en la decisión final de emigrar o no. Más adelante, a partir del uso de la teoría de juegos evolutivos, modelaremos los flujos migratorios a partir de un sistema dinámico y analizaremos las posibles soluciones de este sistema. Finalmente se discuten elementos de política económica, cuyo objetivo es precisamente evitar la aparición de trampas de pobreza, tanto en el país de origen del flujo migratorio, como en el receptor.

Este trabajo se organiza como sigue: En las primeras secciones nos referiremos a la emigración en particular, como resultado de un proceso de imitación y como alternativa a un proceso basado en la toma de decisiones con información perfecta ver sección (2). Luego, en

la sección (3) analizaremos las particularidades actuales del proceso migratorio hacia Chile, en su mayoría proveniente de Perú. En la sección siguiente, introduciremos el modelo evolutivo. Ofreceremos luego algunos lineamientos de política económica, posibles de ser utilizados con el objetivo de minimizar los posibles resultados adversos de este proceso. Finalmente, las conclusiones.

## **2 La decisión de emigrar como un hecho racional**

La globalización actual de la economía da lugar a un amplio flujo de capitales, mercancías y mano de obra entre países diferentes. Si bien, el flujo de mano de obra no es un hecho nuevo, el enorme desarrollo de la tecnología moderna y en particular, el de las comunicaciones y la relativa libertad de movimiento de trabajadores, calificados o no, entre los diversos países, exigen a la moderna teoría económica la creación de modelos que permitan explicar y analizar las consecuencias de esta incesante y creciente movilidad de trabajadores a nivel mundial.

El modelo de M.P. Todaro (1969), ha sido un referente en los intentos de explicar el flujo migratorio entre la ciudad y el campo dentro de un país dado. Creemos que las premisas en que este modelo se sustenta, son de alguna forma generalizables para explicar el flujo de mano de obra entre diferentes países. Esto, básicamente, significa que entendemos que en la base de este flujo se encuentra la diferencia salarial, pero ya no entre diferentes ramas de la producción en un solo país, como en el caso de Todaro, que explicaba la transformación de los campesinos en trabajadores industriales, sino que fundamentalmente, se trata ahora, de explicar, porqué trabajadores de un país emigran a otro y si lo hacen, si permanecen en la rama de la producción en que laboraban en su país de origen o si cambian de rama de producción.

Entendemos también que, como resultado del proceso migratorio, existen repercusiones tanto en el país de origen, como en el país receptor. Ciertamente, estas repercusiones serán diferentes en ambos países si emigra mano de obra calificada o no calificada, la permanencia, amplificación o disminución del flujo migratorio dependerá de la relación entre oferta y demanda de mano de obra en cada uno de estos países. Es de interés remarcar que la ampliación, permanencia o disminución del flujo migratorio dependerá, en gran medida, de las políticas públicas que se establezcan en los países relacionados. La pérdida de mano de obra calificada puede dar lugar a la incapacidad futura para el uso y

desarrollo de tecnología de punta, en la medida en que la existencia de esta mano de obra, es condición imprescindible para la instalación o presencia en el país de empresas que la utilicen. Como consecuencia, el país puede estancarse en una trampa de pobreza, cuya economía se basa en firmas que utilicen baja tecnología y que por lo tanto requieran mayormente de mano de obra no calificada, la que en definitiva es la única o la mayormente requerida, bajo estas condiciones.

Esta situación, que puede ser origen de un flujo migratorio creciente hacia el exterior, puede verse trasladada al país receptor. La llegada de mano de obra no calificada a un país determinado, puede dar lugar a un abaratamiento de los salarios de este sector, y a un consecuente aumento en la diferencia de ingresos y oportunidades entre diversos sectores de la población. Los bajos salarios disminuirán las posibilidades de calificación de la mano de obra no calificada. Por otra parte, si el flujo de mano de obra calificada hacia un país determinado es muy alta, puede dar lugar a un deterioro en los ingresos de los sectores de alta calificación, haciendo que estos sean menores que el costo de oportunidad de calificarse, lo que llevara a que los trabajadores prefieran no calificarse, lo que a su vez llevará a que las firmas prefieran no ser innovadoras.

En definitiva, puede conducir que el país receptor del flujo migratorio, vea retrasado o imposibilitado su crecimiento. Esto parece ser una posibilidad en el caso chileno, pues se asiste a un proceso de tecnificación creciente de la industria, no obstante ser aún un país principalmente exportador de materia prima, lo que supone que requiere una gran cantidad de mano de obra no calificada. De no mediar políticas públicas adecuadas, la llegada de un flujo creciente de trabajadores no calificados, puede dar lugar a un retraso o estancamiento de este proceso de tecnificación de la economía nacional.

Del otro lado, la salida de mano de obra no calificada, no garantiza de por sí, un aumento en los salarios de estos trabajadores, esto dependerá de la relación entre oferta y demanda existente en el país de origen. Por otra parte, si esto sucede, puede ocurrir que trabajadores calificados, prefieran dejar de serlo, o bien a que las nuevas generaciones de trabajadores, prefieran no especializarse, si la diferencia salarial no permite recuperar el costo de oportunidad de hacerlo. En este caso, para contrarrestar el efecto negativo que sobre el desempeño de la economía la emigración de trabajadores ocasiona, se requerirá de una política pública que incentive la especialización y la permanencia o instalación en el país de empresas de alta tecnología.

## **2.1 La imitación como fuente de la decisión de emigrar**

Es claro que el flujo migratorio tiene una base racional, cimentada sobre las diferencias salariales, o niveles de vida. No obstante, la decisión de emigrar o no, no siempre es totalmente racional. Muchas veces, no son totalmente conocidos los costos de emigrar o las posibilidades de éxito una vez tomada la decisión. Es un hecho ampliamente reconocido en la literatura, que, muchas decisiones tomadas en presencia de incertidumbre se basan en la imitación de los semejantes. La imitación es una forma rápida de decidir entre diversas opciones, sin realizar engorrosos cálculos y obviando la necesaria asignación de probabilidades a todos los posibles estados futuros de la naturaleza, que la elección racional exige. Entendemos que en gran parte los emigrantes deciden en función de lo que hicieron sus familiares, sus amigos, o aquellas personas que entienden más exitosos, muchas veces sin conocer totalmente los resultados y costos que asumieron quienes previamente tomaron una u otra decisión.

Si bien el modelo es ampliamente generalizable, nos basaremos en el estudio del flujo migratorio creciente hacia Chile, esto, porque si bien se constata este flujo creciente, aún no se conocen todas las posibles repercusiones sobre la economía chilena de esta situación. Este trabajo pretende arrojar luz sobre ellas.

Es en este sentido, que su principal contribución sea el intento de emplear la teoría de juegos evolutivos para explicar los flujos migratorios y sus consecuencias, en las economías. Este enfoque se complementa analizando el papel de la imitación en el proceso de migración entre los países. Se considera a la imitación como un mecanismo natural para la toma de decisiones, en presencia de incertidumbre o información imperfecta (véase el modelo considerado en Accinelli, E. y Carrera, E. S. (2011)).

Consideramos que, si las utilidades medidas en términos salariales y de costos de transporte son percibidas como relativamente mejores en el país anfitrión, la migración por imitación es una posibilidad que estará presente, aún cuando los verdaderos resultados de iniciar este proceso, sean desconocidas por el potencial migrante, en el momento de tomar la decisión. Muchos estudiosos sostienen que las personas, ante incertidumbre, información imperfecta o imposibilidad de realizar todos los cálculos y asignación de probabilidades a los potenciales horizontes y cuando la decisión no se puede postergar, optan por hacerlo de acuerdo a métodos heurísticos. Estas corrientes de investigación sostienen que, con el fin de tomar decisiones en virtud de la racionalidad limitada, la imitación es una alternativa,

muchas veces válida, que permite tomar decisiones en forma más rápida, más frugal y muchas veces más precisa, que aquellas que involucran complejos y sofisticados cálculos alternativos, que implican poseer amplia información y capacidad de análisis. Téngase en cuenta que aún, disponiendo de toda la información necesaria para tomar una decisión, pueden cometerse errores al realizar las operaciones requeridas, e inclusive, aún no cometiéndolos, existe posibilidad de arrepentimiento futuro, pues en definitiva tomar decisiones de manera racional, supone, en el marco de incertidumbre sobre los estados posibles de la naturaleza mañana, utilizar métodos probabilísticos.

### **3 El caso chileno**

Como dijimos, nos concentraremos en el flujo migratorio hacia Chile, y en particular el proveniente de Perú. En los últimos años ha sido continuo y ascendente. En poco tiempo la migración chilena se invierte y se pasa de la emigración a la inmigración. Por ello, el tema de la inmigración es cada vez más actual en la agenda política de este país. Vale la pena señalar que hasta hace dos décadas atrás los extranjeros no eran visibles en la sociedad chilena. En tanto que, en la actualidad, hay extranjeros en la mayoría de los sectores económicos y organismos públicos. También podemos observar concentraciones de determinadas nacionalidades en diversas actividades económicas, como por ejemplo, peruanos en el sector de la construcción, cubanos y ecuatorianos en el área de la salud.

Martínez (2005 y 2002) estudió el alcance y el impacto de la inmigración sobre aspectos económicos y demográficos. La inserción en el mercado de trabajo y la adaptación a la sociedad chilena son señalados como los principales obstáculos que enfrentan los inmigrantes (Stefoni, 2005; Igor y Flores, 2008). El estatus laboral de la inmigración es básicamente mano de obra semi calificada, la cual es absorbida por el mercado laboral en expansión, por consiguiente, no compite mayormente con la mano de obra nacional. Hasta la fecha, no existe evidencia empírica del efecto de la inmigración sobre el mercado laboral, Dante et all (2013).

La situación actual muestra que la inmigración en Chile es superior a la emigración. Esto se explica, en gran parte, debido a las condiciones favorables que ofrece el mercado de trabajo en este país respecto a la de los vecinos. En este sentido el modelo de migración de Todaro, anteriormente citado, explica cabalmente el nuevo escenario de la inmigración en Chile. Las diferencias salariales y las posibilidades reales de encontrar trabajo son razones

suficientes para que un individuo tome la importante decisión de buscar un nuevo horizonte en Chile. En términos generales, podemos destacar tres motivos que explican la presencia de inmigrantes en Chile:

1) El sostenido crecimiento económico basado en el sector de exportación de alimentos y metales ha estimulado fuertemente la demanda de trabajo. 2) La estabilidad política permite al inmigrante proyectarse en el largo plazo lo que para muchos inmigrantes implica que las oportunidades superan los obstáculos, en otras palabras, vale la pena emigrar. 3) La cercanía cultural y lingüística de las personas de los países vecinos es una gran ventaja. No tener que aprender un nuevo idioma y entender los nuevos códigos sociales facilita por ejemplo a peruanos y bolivianos comprar un boleto e ir a por una nueva vida en Chile.

**Tabla 1:** Población residente nacida en el extranjero. 1992, 2002 y 2009. *Información del INE, Instituto Nacional de Estadísticas de Chile.*

Pas	1992		2002		2009	
	cantidad	%	cantidad	%	cantidad	%
Argentina	31854	30,8	48 176	26,1	60597	17,2
Bolivia	7090	6,8	10919	5,9	24116	6,8
Colombia	1514	1,5	4095	2,2	12929	3,7
Perú	6870	6,5	37863	20,5	130859	37,1
España	9460	9,0	9084	4,9	11025	3,1
Ecuador	2107	2,0	9363	5,1	19089	5,4
EE.UU	5504	5,2	7754	4,2	9720	2,8
Otros	40671	38,7	42 914	23,3	84009	23,9
Total	105070	100	184 464	100	352344	100

El flujo migratorio hacia Chile es ciertamente pequeño si lo comparamos con los existentes hacia Europa o Estados Unidos. La notoriedad se expresa en la rapidez del aumento del volumen de extranjeros. La Tabla 1 nos revela que en los últimos dos decenios el volumen de la inmigración ha crecido en más de un 200 por ciento. Para entender el fenómeno de la inmigración es necesario considerar el desarrollo de la política de partidos y gobernabilidad. En efecto, la arena política cambia radicalmente en el inicio de los noventa. De un gobierno militar aislado se pasa a un gobierno democrático que apuesta de lleno por insertarse en el mundo de la globalización. Así, la política económica incentiva la inversión extranjera y esta estimula la demanda de trabajo. Es éste el contexto racional, sobre el que se explica el fenómeno de la inmigración. La tabla 1 registra la información proporcionada por los censos de los años 1992, 2002 y para el año 2009 por el Departamento de Extranjera y Migración del Ministerio del Interior. El año de 1992 el número de inmigrantes era de 105



070 personas, dicha cantidad no difiere mayormente de las décadas anteriores (Martínez, 2005) lo cual muestra que hasta el inicio de los noventa no exista el fenómeno de la inmigración en Chile. Como podemos observar en la tabla 1. La evolución de la inmigración es acelerada en el período descrito. Destacable es el hecho que en 1992 la inmigración peruana y colombiana tena baja significación en el total de extranjeros residentes en Chile. El cuadro cambia radicalmente en 2009, los inmigrantes peruanos representan el 37,1 por ciento lo que significa que es el mayor grupo de extranjeros en Chile.

La teoría de la migración tiene su base en el modelo de Harris y Todaro (1970) quienes señalaron que la disparidad de los salarios es el motor principal para fomentar los procesos de migración (véase también , Todaro, 1969; Langley, 1974; Hart, 1975; Borjas, 1990, 1994 ). Mas este punto de vista se ha complementado con la introducción de otros hechos que inciden en tal fenómeno, por ejemplo, la aversión al riesgo, la prioridad, la contratación laboral, las preferencias, los gastos de viaje, los familiares, etc. Sin embargo, sin duda, es la percepción de la brecha salarial entre el país anfitrión y el de origen la principal variable que afecta a la decisión de la migración (véase, por ejemplo, Boyd, 1989; Bauer y Zimmermann, 1997; Bauer et al., 2002; Coniglio,2003; Munshi, 2001, 2003; Heitmueller,2003; Winters et al., 2001.

Como ya fue dicho, el modelo sobre el que basaremos nuestro análisis de la migración y sus consecuencias en Chile y en Perú, es básicamente el introducido en Accinelli, Carrera, Salas (2014), cuya validez es general. No obstante haremos algunas puntualizaciones a los efectos de mejor explicar la situación que origina este trabajo. Comenzaremos considerando decisiones que las firmas y los trabajadores toman dentro de cada país, y luego analizaremos decisiones que toman los trabajadores y cuya resolución depende de las condiciones imperantes en los dos países involucrados.

#### **4 El juego en cada país: Calificarse o no calificarse**

Considere una economía conformada por dos pases denotados por  $A$  y  $B$ , cada uno con dos tipos de empresas: innovadoras,  $I$ , y no-innovadoras,  $NI$ ; y dos tipos de trabajadores: calificados,  $s$ , y no-calificados,  $us$ . Suponemos que hay pleno empleo y consideramos como dado el número total de empresas en cada país. Sin embargo, las empresas pueden elegir entre ser innovadoras o no, por lo cual la distribución de estos dos tipos puede cambiar con el tiempo. Pero, considere que las economías están en equilibrio,

por lo que los planes de producción de las empresas son óptimos, sin embargo, esto no significa que los beneficios de las empresas en diferentes ramas o utilizando diferentes tecnologías sean los mismos. Así, con el fin de obtener mayores beneficios, después de que los precios de equilibrio están dados, los propietarios o capitalistas pueden decidir si invertir en otras ramas o cambiar la tecnología de producción utilizada en la actualidad. Considere, además que:

1. Existen complementariedades estratégicas. Es decir, los beneficios de las empresas innovadoras por trabajador calificado empleado, son mayores que los beneficios obtenidos empleando a un trabajador no calificado, es decir:  $pi^j(I,s) > pi^j(I,us) \geq 0$ . Además, los beneficios de las empresas no-innovadoras que emplean a trabajadores calificados son menores que los beneficios cuando estas emplean trabajadores no-calificados, es decir:  $pi^j(NI,s) < pi^j(NI,us)$ ,  $\forall j \in \{A,B\}$ , esto es porque los trabajadores calificados están a menudo mal motivados cuando se les imponen tareas rutinarias, lo cual es característica de las empresas no-innovadoras, por lo que es costoso contratarlos en términos de beneficios. Simétricamente los trabajadores calificados obtendrán mejores ingresos siendo contratados por firmas innovadoras.

2. En ambos países,  $A$  y  $B$ , las empresas no-innovadoras pagan los mismos salarios, este salario se denota por  $Y_{(NI,s)}^j = Y_{(NI,us)}^j = Y_{(us)}^j > 0$ . Las empresas innovadoras pagan salarios más altos a los trabajadores calificados, es decir,  $Y_{(I,s)}^j > Y_{(I,us)}^j = Y_{(NI,us)}^j = Y_{(NI,s)}^j$ ,  $\forall j \in \{A,B\}$ .

3. Entendemos que un trabajador para seguir siendo o convertirse en calificado, tiene que asumir un costo de formación (o entrenamiento, o educación) fijo, el que será denotado por  $c_s^j > 0$ , en cada país  $j \in \{A,B\}$ . Es decir, suponemos que el conocimiento debe ser adquirido, y que además que se deprecia, por lo que, consideramos calificados, solamente a aquellos trabajadores cuyo conocimiento evoluciona con la tecnología, lo cual implica realizar cursos de formación permanentes, al finalizar cada etapa, lo que sin duda tiene un costo asociado. La decisión de calificarse o no, debe ser tomada por el trabajador al finalizar cada período contractual e iniciar uno nuevo.

4. Cuando un trabajador calificado de un país  $A$  decide emigrar al país  $B$ , puede ser contratado por una empresa innovadora o por una empresa no-innovadora. Entonces, la ganancia esperada de un trabajador calificado en el tiempo  $t$  en un país

determinado es:

$$E_s^j(t) = p_I^j(t)Y_{(I,s)}^j(t) + p_{NI}^j(t)Y_{(NI,s)}^j(t) - c_s^j(t), \forall j \in \{A, B\}. \quad (1)$$

donde  $p_I^j$  es la probabilidad de ser contratado por la empresa innovadora, y  $p_{NI}^j$  por una empresa no-innovadora en el  $j$ -ésimo pas. En tanto que asumimos pleno empleo, se sigue que  $p_I^j + p_{NI}^j = 1$ , y más concretamente estas probabilidades son iguales a la proporción de empresas innovadoras y no-innovadoras en el pas  $j$ . La ganancia esperada de un trabajador no-calificado de un pas  $j \in \{A, B\}$  está dada por:

$$E_{us}^j = Y_{I,us}^j(t) = Y_{(NI,us)}^j(t) = Y_{(us)}^j(t). \quad (2)$$

5. Tanto los trabajadores calificados como los no-calificados pueden elegir entre emigrar. Suponemos que si un trabajador calificado (no-calificado) decide migrar, entonces el/ella permanece como un trabajador calificado (no-calificado) en el país extranjero, al menos hasta el siguiente prerodo contractual. No obstante esto es una decisión posterior.

6. Las empresas en cada país deberán optar por ser innovadoras o no. Transformarse en innovadoras o mantenerse como tales, supone que las empresas deben asumir un costo, al que en cada pas representaremos por  $c_T^j(t)$ .

Los salarios y beneficios, en cada país, se resumen en la siguiente matriz de pagos (donde para simplificar la notación omitimos la variable tiempo  $t$ ):

Empresa	$I$	$NI$	
Trabajador			
$s$	$Y^j(s, I), \pi^j(I, s) - c_T^j$	$Y^j(us, NI), \pi^j(I, s)$	(3)
$us$	$Y^j(us, I), \pi^j(I, us) - c_T^j$	$Y^j(us, NI), \pi^j(NI, us)$	

Este juego simultáneo es jugado en tiempo continuo, al interior de cada país.

**Observación1** *Bajo los supuestos considerados, en cada momento y en cada país, hay dos equilibrios de Nash en estrategias puras,  $\{s, I\}$  y  $\{us, NI\}$ , ambos son el resultado de la existencia de complementariedad estratégica, y un equilibrio de Nash en estrategias mixtas cuyos valores dependen de la proporción de empresas innovadoras y no-innovadoras y la oferta en el mercado de trabajadores calificados y no-calificados.*

Si los trabajadores y/o las empresas conocen el valor esperado asociado a cada estrategia o comportamiento disponible, entonces la opción de ser calificado (o no) en cada país depende de:

- El diferencial de los salarios, entre ambos tipos de trabajos
- La proporción de empresas innovadoras existentes en el momento en el que el trabajador debe tomar la decisión.
- los costes de formación (o los costos de educación).
- A su vez, la decisión de las empresas acerca de ser innovadora o no, dependerá de la probabilidad de contratar a trabajadores calificados, así como de los costos asociados a la adquisición de tecnología.

Para una mayor discusión de este problema sugerimos, Accinelli, E. and Carrera, E.S. (2011).

## **5 El juego entre países: Emigrar o no emigrar**

Si bien el juego anteriormente considerado, supone la elección estratégica de dos jugadores: firmas y trabajadores, asumiremos de ahora en adelante que la distribución de las firmas en cada país está dada, y que son solamente los trabajadores quienes deberán elegir su conducta futura. La distribución de las firmas en cada uno de los países, será considerada como parte de las condiciones iniciales, en el marco de las cuales los trabajadores hacen su elección. Ciertamente la conducta de los trabajadores tendrá repercusiones sobre la conducta seguida por las firmas, pero consideraremos que ésta se modifica en el largo plazo. Este supuesto simplificador se realiza con el objetivo de analizar el flujo migratorio presente, el que entendemos se realiza bajo determinadas condiciones, que en el momento en que los trabajadores eligen entre emigrar o no, se consideran fijas.

En el modelo, los trabajadores deberán elegir entre calificarse o no, y entre emigrar o no. Consideraremos para simplificar, que cada trabajador hace una elección por vez. Es decir, la probabilidad de que un trabajador opte por emigrar, y a la vez por cambiar de calificado a no calificado, es cero. Es decir, si opta por cambiar esta modalidad, lo hará en el país en el que se encuentra. Si su interrogante es entre emigrar o no, lo hará como calificado o no calificado, no suponiendo esto, que no pueda hacerse tal interrogante en el futuro, en el país de origen o en el receptor. Es decir que, como ya lo indicamos, la decisión de emigrar se

supone posterior a la decisión de ser calificado o no.

**Observación 2** *Como es bien sabido, las preferencias juegan un papel importante en la determinación del comportamiento. Estas son el resultado de múltiples factores, relacionados con el entorno en el que la persona vive, o bien genéticas. No ahondaremos en este tema, pero sí remarcamos, que la predisposición a emigrar depende en gran medida de factores ambientales, familiares, e históricas del lugar en la que habita, entre otras.*

Si un individuo tiene preferencias por la migración, es decir, si alguna vez se planteó la posibilidad de hacerlo, entonces su decisión de emigrar o no, dependerá de tres variables principales: i) las diferencias de ingresos esperados entre los países, y ii) los costos de la migración, iii) la predisposición a emigrar, propias de la región en la que habita y de la familia a la que pertenece.

Asumiremos que para los trabajadores calificados, con predisposición a emigrar, la función-valor para la migración está dada por:

$$V_s(t_0) = \int_{t_0}^{t_f} [E_s^B(t) - E_s^A(t)] e^{-\delta t} dt - C_{BA}(0) \quad (4)$$

donde  $V_s(t_0)$  es el valor presente descontado de la ganancia neta de la migración. Por  $\delta$  representamos la tasa de descuento del futuro en ganancias. Aunque este factor es único para cada individuo y puede alterarse con el tiempo, supondremos, para simplicidad del modelo, que es constante e igual a  $\delta$  para todos ellos. El intervalo  $[t_0, t_f]$  es el horizonte de planificación,  $C_{AB}(0) > 0$  denota el costo de emigrar del pas  $A$  al pas  $B$ . En el caso en que,  $V_s(0)$ , es positivo, entonces un potencial migrante (racional) decide moverse de un pas  $A$  a un pas  $B$ , en caso contrario el/ella no migrará. Análogamente para los trabajadores no-calificados, con preferencias sobre la emigración, tenemos la siguiente función-valor para la migración.

$$V_{us}(t_0) = \int_{t_0}^{t_f} [Y_{us}^B(t) - Y_{us}^A(t)] e^{-\delta t} dt - C_{BA}(0). \quad (5)$$

La decisión de migrar resulta estar de acuerdo al signo del valor presente descontado de la ganancia neta de la migración. Por lo tanto, un trabajador racional, revisor, decide emigrar en un momento  $t = t_0$  si su valor actual descontado, en ese momento,  $V(t_0)$ , es positivo, de lo contrario se queda en su pas de origen.

En la siguiente sección, asumiremos que quien toma la decisión de emigrar o no, por diferentes motivos no es capaz de realizar esta decisión sobre bases estrictamente racionales, sea por falta de información o por incapacidad de realizar los cálculos necesarios para asignar un signo a su función-valor, en un tiempo finito. En lo que sigue, vamos a estudiar la dinámica evolutiva de la migración, cuando la decisión de emigrar más que basada en un cálculo exhaustivo del valor actual descontado de la migración, es tomada a partir de una conducta imitativa.

## **6 Sobre la dinámica evolutiva de la migración**

A lo largo de esta sección, se construirá un modelo determinista de la evolución de los flujos migratorios. Esta dinámica evolutiva determinista, construida sobre un modelo probabilístico, es el resultado de las leyes de grandes números (seguimos el modelo considerado por Hofbauer y Sigmund (2003) y Sandholm (2001)). En nuestro modelo, esta dinámica surge como resultado de considerar a cada individuo como una variable aleatoria que, en cada periodo, con cierta probabilidad, y en forma e independiente de los demás, se preguntará acerca de si emigrar o no, se hace también el supuesto de que la población es suficientemente numerosa. De esta forma, el proceso es similar a un proceso de llegada de Poisson. La probabilidad con la que cada individuo se hace esta pregunta, dependerá del ambiente en el que está inmerso y de sus tradiciones familiares. Siendo más propensos a realizarse esta pregunta aquellos individuos que están obteniendo resultados que entienden insuficientes para su nivel de esfuerzo. La decisión posterior de emigrar o no, dependerá de una serie de factores, en particular del comportamiento de sus semejantes. Es en este punto donde la conducta imitativa juega su papel. Entendemos que si el individuo se pregunta a sí mismo si emigrar o no, fuera capaz de considerar todas las variables y probabilidades de escenarios futuros y calcular valores esperados en forma rápida, entonces su decisión sería absolutamente racional, y optaría por aquella opción con valor esperado mayor. No obstante, dado que, para la mayoría de los individuos esto no es posible, la imitación aparece como una buena alternativa, en particular cuando la decisión no puede aplazarse mucho tiempo. Asumiremos entonces, que cada individuo seguirá una regla del tipo, “hago como otros hacen.” Esto nos conduce a la necesidad de definir quiénes son los otros, es decir a quiénes o cómo se imita. Una vez que esto queda definido, es posible hacer un sistema dinámico, cuyas soluciones corresponderán a la evolución posible de las poblaciones y basado en las

reglas que determinan las características principales del proceso imitativo.

Téngase en cuenta que, al final de cada período, en el tiempo  $t$ , un trabajador revisor decidirá si mantiene o no, su conducta actual, se decir si siendo calificado o no calificado, se mantendrá como tal o no, y luego decidirá si permanece o no en su país de origen, sea éste  $A$ , o  $B$ . Por lo tanto, consideramos que la probabilidad de cambiar conducta y migrar a la vez es un evento de probabilidad cero. Es decir, sólo se considera el caso de cambiar de conducta en el pas de origen, y emigrar o no, una vez que esta decisión fue realizada. Naturalmente, si decidió emigrar, en el siguiente período, esta secuencia puede repetirse.

En el tiempo  $t$  la proporción de trabajadores calificados en el país  $j \in \{A, B\}$  será denotada por  $n_s^j(t)$  y la parte de trabajadores no-calificados por  $n_{us}^j(t)$ . Mientras que la proporción de empresas innovadoras por  $p_i^j(t)$ . y la de las empresas no-innovadoras es  $p_{ni}^j(t)$ .

Así que la distribución de los trabajadores en los países es

$$n = (n_s^A, n_{us}^A, n_s^B, n_{us}^B)$$

que es de  $n_s^A + n_{us}^A + n_s^B + n_{us}^B = 1$  y  $n_h^j \geq 0$ . Supongamos que el tamaño de la población es constante.

Por lo tanto, la tasa de cambio instantáneo en el número de trabajadores al tiempo  $t$  bajo una estrategia determinada está dada por el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales (donde con un punto por encima de la variable indicada la derivada con respecto al tiempo):

$$\begin{aligned} \frac{\dot{n}_s^j(t)}{n_s^j(t)} &= [E_s^j(t) - M_s^j(t)] \\ \frac{\dot{n}_{us}^j(t)}{n_{us}^j(t)} &= [E_{us}^j(t) - M_{us}^j(t)] \end{aligned} \tag{6}$$

por  $E_h^j(t)$  denotamos el pago esperado de un trabajador de tipo  $h \in \{s, us\}$  en el país  $j$  en el tiempo  $t$  y

$$M_h^j(t) = \max\{E_k^j(t), V_h^j(t)\}, \quad h \neq k \in \{s, us\},$$

donde  $V_h^j(t)$  el pago esperado de la migración (véase la ecuación (4)) para un trabajador de

tipo *h*.

**Observación 3** *La proporción de  $s$  – trabajadores aumenta (disminuye) si su pago esperado es mayor (menor) que la retribución esperada, correspondiente a la otra estrategia disponible,  $us$ .*

Esta dinámica sólo es válida en virtud de la información completa, es decir; sólo si los trabajadores conocen la verdadera distribución de las empresas sobre sus tipos y los costos asociados con la migración. Sin embargo, estos valores son generalmente desconocidos por los trabajadores. De aquí en adelante, se propone un mecanismo alternativo, es decir, un proceso de imitación. Cada trabajador en virtud de la información incompleta imita sus pares en una red social, y toma as su decisión sobre migrar o no.<sup>4</sup>

## **6.1 Conducta imitativa de los trabajadores**

Como ya señalamos, entendemos que las preferencias por la migración son resultado de la herencia familiar, el medio ambiente, y circunstancias económicas y sociales particulares de la región. Estas circunstancias predisponen o no a la emigración, no obstante, consideramos que decidir si emigrar o no, cuando la información es incompleta mediante la imitación, parece ser natural. Esta idea complementa el enfoque habitual que atribuye la decisión de emigrar exclusivamente a la consideración estrictamente racional, de variables tales como las diferencias salariales y la aversión al riesgo. En nuestro enfoque, incluimos la conducta imitativa como un fenómeno social. La imitación aparece como una opción habitual en virtud de la racionalidad limitada, véase, por ejemplo Bo Borges et al. (1999). La imitación es una estrategia que no tiene en cuenta parte de la información, es un atajo que simplifica el complejo método del cálculo de probabilidades y los beneficios esperados que se requieren para tomar decisiones en condiciones de incertidumbre. Varios estudios empíricos recientes muestran que, métodos como la imitación, pueden tener éxito en la ausencia de información completa, o cuando el tiempo que se requiere para tomar decisiones es muy corto y no es posible procesar toda la información necesaria para resolver

---

<sup>4</sup> Las reglas de comportamiento impulsadas por imitación tienen una larga tradición en la literatura de la teoría de juegos evolutivos. Uno de los modelos evolutivos más conocidos es la dinámica del replicador, la cual describe un proceso evolutivo que es impulsado puramente por imitación o copia sobre los otros agentes en la población (ver Weibull, 1995).



el problema de decisión, en el tiempo requerido. Véase, por ejemplo, Gigerenzer y Gaissmaier (2011). Naturalmente este enfoque no invalida la validez de la elección racional como modelo teórico.

Consideramos que cada agente económico (en nuestro modelo, empresa o trabajador), procede de acuerdo con la información disponible al momento de elegir, y si esta información es incompleta entonces necesitan un mecanismo complementario que permite hacer dicha elección. Pero, independientemente de esto, dada la falta de información, la elección no será necesariamente la mejor desde un punto de vista social. Entendemos que imitar el comportamiento de aquellos que son considerados como líderes, o el comportamiento de la mayoría, son criterios naturales y útiles para la elección de la estrategia futura, cuando la información disponible es incompleta. O bien, cuando no hay tiempo suficiente para procesar toda la información necesaria para asegurar la mejor opción.

Mediante la comprensión de las reglas que rigen este comportamiento, es posible describir la economía como un proceso evolutivo basado en un sistema dinámico, cuya solución, en función de las condiciones iniciales, muestra el estado de la economía en un momento determinado, y su evolución futura. Consideremos ahora algunas de las principales características de un proceso imitativo de pares o vecinos. Inmediatamente después, vamos a construir el sistema dinámico evolutivo del proceso migratorio.

1. Recordemos que para llegar a ser o permanecer como trabajador calificado se tiene un coste asociado de formación o educación  $c_s^j(t) > 0$ . Este costo depende del pas  $j \in \{A, B\}$ . Si, al final de un período, el trabajador no paga este costo, entonces se convierte en trabajador no-calificado para el próximo período.

2. Un trabajador en el período  $t$  es un revisor cuando él/ella se hace así mismo la pregunta acerca de permanecer o cambiar su tipo (conducta) actual, o si optar por emigrar o no.

3. Se considera que un trabajador se convierte en un revisor con una probabilidad,  $w_h^j(t) \in [0,1]$  dependiendo del tipo  $h \in \{s, us\}$  y el pas  $j \in \{A, B\}$ .

4. Después de ser un revisor, un trabajador  $h$  cambia su tipo a  $k$ , donde  $h \neq k \in \{s, us\}$ , con probabilidad  $\rho^j(k/h)(t) \in [0,1]$ .

5. Así, la probabilidad de que un trabajador de tipo  $k$  imite un trabajador de tipo  $h$  (o viceversa) en el pas  $j$  está dada por:

$$P^j(k \rightarrow h)(t) = w_k^j(t) \rho^j(h/k)(t). \quad (7)$$

6. Análogamente la probabilidad de que un trabajador de tipo  $h \in \{s, us\}$  de un país  $i \in \{A, B\}$  decida migrar a otro  $J$  viene dada por:

$$P_h(i \rightarrow j)(t) = w_h^i(t) \rho_h(j/i)(t) \in [0,1], \quad (8)$$

donde  $\rho_h(j/i)(t)$  es la probabilidad de que un trabajador revisor de tipo  $h$  y del país  $i$  decida migrar al país  $j$ .

En lo que sigue, con el fin de simplificar la notación, si no existe riesgo de confusión, evitamos el uso de la variable  $t$ .

La siguiente proposición tomada de Accinelli; Carrera; Salas (2014) resume los posibles resultados de los flujos migratorios. Para el lector interesado, se ofrece la demostración en el apéndice,(8). El símbolo  $\dot{n}_h^j$  representa la variación en el tiempo del porcentaje de trabajadores del tipo  $h$  en el país  $j$ . La variable temporal se suprime para simplificar al notación.

**Proposición 1** *La dinámica evolutiva de la migración impulsada por imitación queda determinada por el sistema dinámico:*

$$\dot{n}_h^j = [n_k^j w_k^j \rho^j(h/k) - n_h^j w_h^j \rho^j(k/h)] + [n_h^i w_h^k \rho^h(j/i) - n_h^j w_h^j \rho^h(i/j)], \quad (9)$$

$$j \neq i \in \{A, B\}, \text{ and } h \neq k \in \{s, us\}.$$

El término de la derecha de la ecuación, representa el flujo neto de trabajadores de tipo  $h$  hacia o desde el país  $j$ . Si esta expresión resulta positiva, entonces el flujo de trabajadores hacia este país será positivo, es decir habrá inmigración de trabajadores del tipo mencionado, mientras que si resultara negativo, entonces estaremos asistiendo a un proceso emigratorio.

En resumen, en base al comportamiento de sus pares en cada país, cada trabajador revisor, decidirá si emigra o no, naturalmente, esta decisión será aleatoria con una distribución, en principio, diferente en cada sector de la población y en cada país, que depende en definitiva

del estado de las respectivas economías. El flujo neto hacia o desde cada país queda entonces, determinado por el sistema de ecuaciones diferenciales (9).

Es natural considerar que los trabajadores con estrategias menos exitosas revisen sus estrategias a un ritmo mayor que los trabajadores con las estrategias más exitosas. Esto es:

$$w_h^j = \alpha - \beta E_h^j, \quad (10)$$

donde

$$\alpha, \beta \in \mathbb{R} : 1 > \alpha \geq 0, \beta > 0 \quad \frac{1-\alpha}{\beta} \geq \max_{t \in [t_0, t_f]} \{ \max\{E_h^A(t), E_h^B(t)\} \}$$

Bajo este supuesto en Accinelli, Carrera, Salas (2014) se llega a la siguiente conclusión:

**Proposición 2** *Para un país de origen B y un país extranjero A, existe un valor umbral que nos dice si los trabajadores optan por migrar o no. Este valor está dado por:*

$$P_I^{AT}(t) = \frac{Y_{Is}^A - Y_{NIs}^B}{Y_{Is}^A - Y_{NIs}^A} P_I^B(t) + \frac{(Y_{NIs}^A + Y_{NIs}^B) + (c_s^A - c_s^B)}{Y_{Is}^A - Y_{NIs}^A}. \quad (11)$$

Si en el periodo  $t$ ,  $P_I^A(t) > P_I^{AT}(t)$ , entonces el flujo de la migración de un país  $B$  a otro  $A$  es igual a cero. Tenga en cuenta que este umbral depende de los parámetros de las economías (salarios, y costos de migración y costos de formación de capital humano y de inversión en empresas innovadoras).

La ecuación (11) puede escribirse, obviando la variable temporal  $t$ , en la forma

$$P_I^{AT} = m p_I^B + \eta_0$$

lo que representa una recta en el plano, ubicando a  $p_I^B$  en el eje de las abscisas, que corresponde al porcentaje de firmas innovadoras en el país de origen y el valor umbral a partir del cual se obtiene un flujo positivo de  $B$  hacia  $A$  en las ordenadas. La pendiente de esta recta, corresponderá a

$$m = \frac{Y_{Is}^A - Y_{NIs}^B}{Y_{Is}^A - Y_{NIs}^A},$$

mientras que la ordenada en el origen estará determinada por

$$\eta_0 = \frac{(Y_{NIs}^A + Y_{NIs}^B) + (c_s^A - c_s^B)}{Y_{Is}^A - Y_{NIs}^A}.$$

El análisis de  $m$  y  $\eta_0$  es la clave para encontrar aquellos elementos de política económica tendientes a incentivar o desincentivar los flujos migratorios, existentes entre dos países. A continuación analizaremos estos parámetros para los casos de Chile y Perú.

## 7 Recomendaciones de política económica

Aceptado el supuesto de que ante información imperfecta, situación común en los procesos migratorios, los potenciales migrantes, deciden siguiendo un comportamiento imitativo, el cual suponemos satisface determinadas reglas, llegamos entonces, al sistema dinámico descrito en (9). Sus posibles soluciones, en función de las condiciones iniciales imperantes en cada uno de los países involucrados, nos indican las posibilidades de evolución del flujo migratorio.

A continuación discutiremos, en función de los parámetros del modelo algunos elementos de política económica, tendientes a favorecer o detener el flujo migratorio.

Las repercusiones favorables o desfavorables de la migración en los países de origen o en los de llegada de migrantes, dependen de las condiciones imperantes en las respectivas economías. En el trabajo de Contreras, D.; Ruiz-Tagle, J.; y Sepúlveda, P. (2013), se analizan parcialmente, las repercusiones posibles y actuales del flujo migratorio hacia Chile.

Dadas las condiciones económicas actuales, podemos considerar, a Chile como el país receptor,  $A = Ch$  y a Perú como el país del cual parte la migración,  $B = Pe$ . Esto se justifica en función de los datos ofrecidos en la tabla 1, a partir de los cuales se ve que el flujo de trabajadores peruanos hacia Chile es creciente, se sigue entonces, que en la actualidad,  $t = t_0$ , se verifica la desigualdad  $P_I^{Ch}(t_0) > P_I^{ChT}(t_0)$ .

Obsérvese que si el país receptor o el emisor del flujo migratorio, desea desincentivarlo, deberá diseñar una política económica, tendiente a incrementar el valor umbral del país receptor, en este caso el chileno, es decir  $P_I^{ChT}(t_0)$ . Naturalmente los elementos de política económica a manejar, con este objetivo, serán diferentes en ambos países. Véase la figura 1.

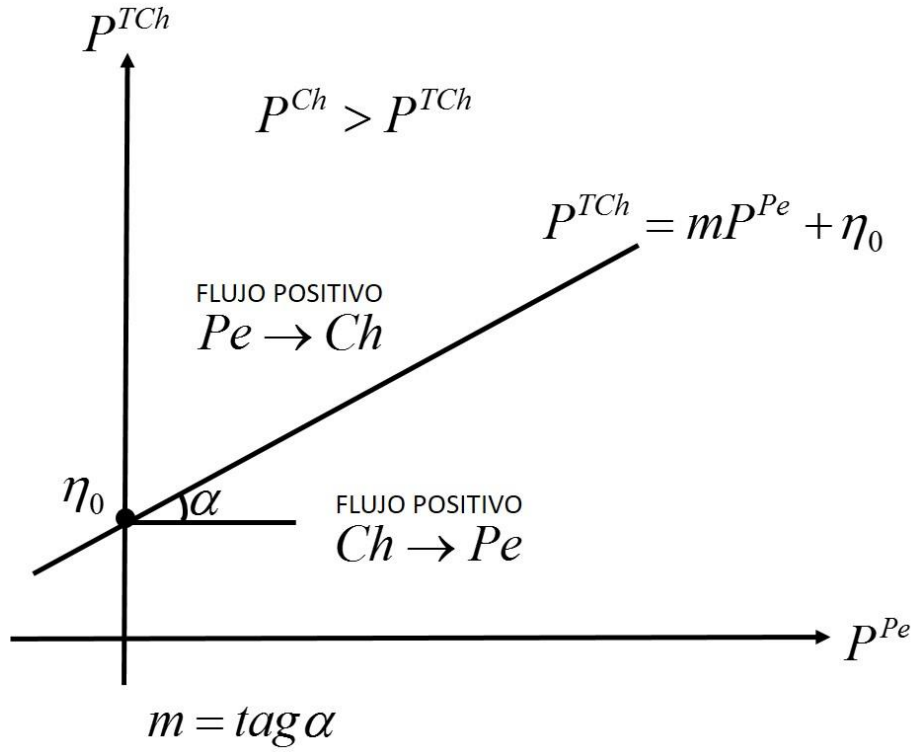


Figure 1: Flujo migratorio entre Perú y Chile

Si el gobierno del Perú, estuviera interesado en detener este flujo migratorio, podría hacerlo, revirtiendo la desigualdad anterior. Una forma de lograr esto sera por ejemplo, dar incentivos a las firmas instaladas en Perú para transformarse en innovadoras, o bajando los costos de utilización por parte de las firmas de nuevas tecnologías. Esta política, al incrementar  $p^{Pe}$  aumentará el valor umbral  $P_I^{ChT}(t_0)$ . a partir del cual el flujo de trabajadores desde Perú a Chile, comienza a ser positivo.

Debe tenerse en cuenta que el flujo positivo de trabajadores puede ocasionar problemas también en el país receptor, por ejemplo, disminución de los salarios o de los incentivos de los trabajadores locales a transformarse o mantenerse como calificados. De acuerdo a Contreras, D.; Ruiz-Tagle, J.; y Sepúlveda, P. (2013), los inconvenientes ocasionados por la migración en el país receptor pueden encontrarse luego de que el 10 por ciento de los trabajadores son migrantes. Es posible entonces, que el gobierno, en este caso el chileno, desee enlentecer, o bien detener completamente este proceso. Un forma posible es aumentar el valor de

$$\eta_0 = \frac{(Y_{NIs}^{Ch} + Y_{NIs}^{Pe}) + (c_s^{Ch} - c_s^{Pe})}{Y_{Is}^{Ch} - Y_{NIs}^{Ch}}.$$

lo que es posible hacer por ejemplo disminuyendo la diferencia entre el salario de los

calificados y los no calificados, dada por  $Y_{Is}^{Ch} - Y_{Ns}^{Ch}$ . Esta política podrá dar lugar a desincentivar la industrialización de la economía chilena, al menos por un tiempo. La autoridad central deberá evaluar las posibles repercusiones de una u otra política económica y proceder en consecuencia con aquella que considere mejor para los intereses nacionales, entendiendo que, la autoridad competente, debe monitorear permanentemente las condiciones existentes en el mercado laboral, para que la misma no se vuelva perversa.

El flujo creciente de mano de obra hacia Chile, puede explicarse teniendo en cuenta que, la apertura comercial (de acuerdo a la nueva teoría del comercio internacional), incentiva en los países en crecimiento, la introducción de nuevas tecnologías y conocimiento, lo que a su vez genera una demanda mayor de trabajadores calificados, aumentando así la brecha salarial. Como consecuencia de este aumento, el valor umbral  $P_I^{ChT}(t_0)$  disminuye, produciéndose de acuerdo a nuestro modelo un crecimiento del flujo migratorio hacia dicho país. De acuerdo con Gallego, (2006), Chile incorporó, durante el periodo de liberalización, tecnología avanzada proveniente de países desarrollados<sup>5</sup>.

## 8 Conclusiones

En este trabajo se argumentó que, ante información imperfecta, o bajo la imposibilidad de realizar todos los cálculos que una decisión racional exige, los fundamentos estratégicos del comportamiento migratorio se basan en la imitación de los semejantes. Nuestros resultados indican que los efectos económicos de la migración varían ampliamente según las condiciones de las economías receptoras y originarias del flujo migratorio. Los países de origen, tanto como los receptores, pueden experimentar tanto beneficios como perjuicios en el desempeño de sus economías. Por ejemplo, una aceleración de la economía hacia un equilibrio de alto nivel, o en algunos casos, este flujo migratorio puede ser causa de un deterioro en la eficiencia de la economía hacia la que se dirige el flujo migratorio.

Como sea, la migración tiene un impacto importante en el desarrollo económico y en el bienestar social de ambos países, en el originario y en el extranjero. Se demostró que si el número de empresas innovadoras en un país dado, supera un valor umbral fijo, entonces la emigración de trabajadores calificados es nula y además da lugar a un proceso positivo de la

---

<sup>5</sup> Un interesante estudio sobre las repercusiones en la brecha salarial de la incorporación de tecnología puede encontrarse en el trabajo de Arechaga Garcés (2013).

imitación de los trabajadores para la adquisición de habilidades (es decir, a la acumulación de capital humano), lo que posibilita una evolución positiva de la economía. Por otra parte, esta situación favorable, puede dar lugar a la aparición de un flujo migratorio creciente hacia el país en cuestión, cuyas repercusiones, en la economía nacional, dependiendo de su grado de crecimiento, pueden ser favorables o desfavorables. Enumeramos elementos de política económica, cuyos fundamentos se encuentran en los parámetros del modelo, resumidos en la pendiente  $m$  y la ordenada en el origen  $\eta_0$  de la recta que relaciona, el porcentaje de firmas innovadoras en el país de origen del flujo migratorio, con el valor umbral, a partir del cual se inicia un flujo migratorio negativo.

Se ofrecieron algunos elementos de política económica tendientes a incentivar o desincentivar, según las autoridades centrales encuentren favorable para sus respectivas economías, el flujo de trabajadores desde Perú hacia Chile, fundamentados en la discusión de los parámetros antes mencionados.

## Apéndice

Demostraremos a continuación la proposición (1).

**Demostración:** La probabilidad de que un trabajador cambie su tipo de  $h$  a  $k$  o emigre de un país  $j$  a otro  $i$ , viene dada por:  $w_h^j[p^j(h/k) + \rho^h(j/i)]$ , donde  $p^j(h/k)$  es la probabilidad de cambio de tipo y  $\rho_h^h(i/j)$  es la probabilidad de emigrar. Considere la posibilidad de que los  $w_h^j[p^j(h/k)]$  es un proceso de Poisson, donde la decisión de cambiar o no de cada individuo son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas. Luego, los aumentos globales de la proporción de personas bajo la estrategia  $h$  en el país  $j$  es:

$$\left[ n_k^j w_k^j p^j(h/k) - n_h^j w_h^j p^j(k/h) \right] + \left[ n_h^i \rho_h^i(j/i) - n_h^j \rho_h^j(i/j) \right]$$

$$k \neq h \in \{s, us\}, j \neq i \in \{A, B\}.$$

Los dos primeros términos corresponden con el flujo de trabajadores dentro del país y los dos segundos representan el flujo internacional de los trabajadores de un determinado tipo. Tenga en cuenta que:

- La entrada a la subpoblación  $h$  del país  $j$  está dada por:  
 $n_k^j w_k^j p^j(h/k) + n_h^i w_h^i \rho_h^i(j/i)$ .

- El flujo de salida desde la subpoblación  $h$  del país  $j$  está dado por:

$$n_h^j w_h^j p^j(k/h) + n_h^j w_h^j \rho_h^j(i/j).$$

Reordenando términos, y teniendo en cuenta que la ley de los grandes números nos permite considerar un proceso aleatorio agregado como un proceso determinista, concluimos en que el flujo neto de los individuos hacia cada subpoblación en cada período de tiempo  $t$  se resume en el siguiente sistema dinámico:

$$\dot{n}_h^j = \left[ n_k^j w_k^j p^j(h/k) - n_h^j w_h^j p^j(k/h) \right] + \left[ n_h^i w_h^i \rho_h^i(j/i) - n_h^j w_h^j \rho_h^j(i/j) \right], \quad (12)$$

$$j \neq i \in \{A, B\}, h \neq k \in \{s, us\}.$$

Donde  $n_h^j$  es una función temporal de tal manera que  $n_h^j : [0, \infty) \rightarrow [0, 1]$ , y un punto sobre



cada una de estas funciones indica su modificación temporal. En otras palabras, la derivada de  $n_j^h(t)$  con respecto al tiempo,  $\dot{n}_h^j(t) = \frac{d}{dt}n_h^j(t)$ . En el tiempo  $t$ , el estado de la población está dada por la distribución de agentes en las diferentes subpoblaciones:  $n(t) = (n^A(t), n^B(t))$  donde  $n^j(t) = (n_s^j(t), n_{us}^j(t)) \in \Delta$ ,  $j \in \{A, B\}$ . Para simplificar la notación, no escribimos el tiempo  $t$ . (13)

## Referencias bibliográficas

Accinelli, E.; Sánchez, E.; and Salas, O. “ On Modelling Migrant behavior driven by Imitation.” *Journal of Reviews on Global Economics* Vol 3, 15-23 (2014).

Accinelli, E. and E. Sánchez Carrera (2014). “Imitative behavior and evolutionary dynamics for the comparative advantage of international trade theory”. *Revista de Políticas Públicas* , Volumen 2, Número 1. pp 83-94.

Accinelli, E. and Carrera, E.S. (2011), "Strategic complementarities between innovative firms and skilled workers: the poverty trap and the policymaker's intervention", *Structural Change and Economic Dynamics*, 22(1), 30-40.

Arechaga Garcés, S. Brecha Salarial por Nivel de Calificación “Modelo de Oferta, Demanda e Instituciones por Sector Económico” Seminario para optar al título de Ingeniero Comercial, Mención Economía. Santiago Chile, Marzo 2013

Bauer, T. G., Epstein and I. N. Gang, (2002), "Herd Effects or Migration Networks? The Location Choice of Mexican Immigrants in the U.S.", *IZA Discussion Paper*, N. 551

Bauer, T. and K. F. Zimmermann, (1997), "Network Migration of Ethnic Germans", *International Migration Review* 1(1), pp. 143-149.

Bertrand M.; E. Luttmer and S. Mullainathan (2000), "Network Effects and Network Cultures" *Quarterly Journal of Economics* 115, pp. 1019-1055.

Borges, Bernhard; Goldstein, Daniel G.; Ortmann, Andreas; Gigerenzer, Gerd Gigerenzer, Gerd Todd, Peter M. Can ignorance beat the stock market? Evolution and cognition., (pp. 59-72). New York, NY, US: Oxford University Press, The ABC Research Group xv. (1999).

Borjas, G. J. (1990), *Friends or Strangers: The Impact of Immigrants on the US Economy*, Basic Books 41.

Borjas, G. J. (1994), "The Economics of Immigration", *The Journal of Economic Literature* 32(4), pp. 1667-1717.

Boyd, M. (1989), "Family and Personal Networks in International Migration: Recent Developments and New Agendas", *International Migration Review* 23(3), Special Silver Anniversary Issue: International Migration In Assessment for the 90's, pp. 638-670.

Coniglio, N. D. (2003), "Migropolis: Migration Networks and Formation of Ethnic Clusters in Cities", *SNF Working Paper*, 46/03.

Contreras, D.; Ruiz-Tagle, J.; y Sepúlveda, P. (2013), “Migración y mercado laboral

en Chile.” Serie documentos de trabajo, No 376, FEN, Universidad de Chile.

Cressman, R., Morrison, W. G. and J. F. Wen (1998), "On the Evolutionary Dynamics of Crime", *The Canadian Journal of Economics* vol. 31(5), pp. 1101-1117.

Duflo, E. and Saez E. (2003), "The Role of Information and Social Interactions in Retirement Plan Decisions: Evidence From a Randomized Experiment", *Quarterly Journal of Economics* 118, pp. 815-842.

Durlauf, S. (2004), "Neighborhood effects" • In: *Handbook of Regional and Urban Economics* Vol. 4, J.V. Henderson and J-F. Thisse (Eds.), Amsterdam: Elsevier Science, pp. 2173-2242.

Friedman, D. (1998), "On Economic Applications of Evolutionary Game Theory", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 8, pp. 15-43.

Gallego, F. (2006). Skill Premium in Chile: Studying the skill bias technical change hypothesis in the South. Working paper Banco Central , 44.

Glaeser, E.; B. Sacerdote and J.A. Scheinkman (1999), "Crime and Social Interactions", *Quarterly Journal of Economics* 111, pp. 507-548.

Graham B. S. (2008), "Identifying Social Interactions through Excess Variance Contrasts", *Econometrica* 76(3), pp. 643-660.

Gigerenzer, G.; Gaissmaier, W.(2011) Heuristic decision making. *Annual Review of Psychology*, 62, 451-482.

Gigerenzer, G.; Goldstein, D.G( 2011) The recognition heuristic: A decade of research. *Judgment and decision Making* 6, 100-121.

Hart, R. A.(1975), "Interregional Economic Migration: Some Theoretical Considerations", *Journal of Regional Science* 15(2), pp. 127-138.

Heitmueller, A. (2003), "Coordination Failures in Network Migration", *IZA (Institute for the Study of Labor) Discussion Papers* 770 43.

Hofbauer, J. and K. Sigmund (2003), "Evolutionary game dynamics", *Bulletin of the American Mathematical Society (New Series)* 40, pp. 479-519.

Igor, Olivia y Tomas Flores (2008), Migración internacional: el Caso de Chile. Instituto Libertad y Desarrollo, Serie Informe Económico No 190.

Kroft (2008), "Takeup, Social Multipliers and Optimal Social Insurance", *Journal of Public Economics* 92, pp. 722-737.

Langley, P.C. (1974), "The Spatial Allocation of Migrants in England and Wales", *Scottish Journal of Political Economy* (21)3. pp. 259-77.

Marmefelt, T. (2004), "Institutional Endowments and the Lithuanian Holdings as Innovative Network: A Problem of Institutional Compatibility in the Baltic Sea Area", *The Review of Austrian Economics*, vol. 17(1), pp. 87-113.

Martnez, Jorge (2005), Magnitud y dinámica de la inmigración en Chile, según el censo de 2002. Papeles de Población, Universidad Autónoma del Estado de México.

Martinez, Jorge (2002), Exigencias y posibilidades para políticas de población y migración internacional. El contexto latinoamericano y el caso chileno. Serie Población y Desarrollo No 24. CEPAL.

Moretti, E. (1999), "Social Networks and Migrations: Italy 1876-1913", *International Migration Review* 33 (3), pp. 640-657.

Munshi, K., (2001), "Identification of Network Effects: Mexican Migrants in the U.S. Labor Market", paper presented at NEUDC conference, Boston, MA.

Munshi K., (2003), "Networks in the Modern Economy: Mexican Migrants in the U.S. Labour Market", *Quarterly Journal of Economics* 118 (2), pp. 549-599.

Sandholm, W. H. (2010), *Population Games and Evolutionary Dynamics*. MIT Press, Cambridge.

Stefoni, Carolina (2005), Migración en Chile. Colección Ideas, año 6, No 59.

Todaro, Michael (2000), *Economic Development*. Addison Wesley Longman.

Todaro, M. P.(1969), "A Model of Labor Migration and Urban Unemployment in Less Developed Countries", *American Economic Review* 69, pp. 486-499.

Todaro, M. P. and J. Harris (1970), "Migration Unemployment and Development: A Two Sectors Analysis", *American Economic Review* 60 (1), pp.126-42.

Weibull, J. (1995), *Evolutionary Game Theory*, The Mit Press.

Winters, P.; A. de Janvry and E. Sadoulet, (2001), "Family and Community Networks in Mexico-U.S. Migration", *The Journal of Human Resources* 36(1), pp. 159-184.

Wübben, W.; Wangeheim, F.V. (2008) Instant customer base analysis: Managerial heuristics often "get a ride." *Journal of Marketing* 72(3) 82-93.