

Las estrategias de mitigación y adaptación frente al cambio climático: evaluación económica de alternativas para la Argentina y América Latina.

Omar O. Chisari (Presidente de la Academia Nacional de Ciencias Económicas, CONICET y UADE)

El cambio climático presenta amenazas para nuestra sociedad. Podría afectar la capacidad de producción de la economía mundial, la calidad de vida y hasta poner en peligro la existencia de nuestra especie.

Se revela como un problema de difícil solución con eventos de probabilidad desconocida. Para abordarla se requiere una acción coordinada y desinteresada, así como de estrategias balanceadas entre mitigación y adaptación.

Aunque no parece estar el nudo del problema en la desidia o en la falta de atención al asunto, uno de los escollos principales es el costo de llevar adelante las acciones de contención de las emisiones de gases efecto invernadero. Si fuera barato, ya todo estaría resuelto.

En estas páginas se presentan resultados sobre los costos de reducir, por las buenas o por las malas, las emisiones de Gases Efecto Invernadero. También se resumen los resultados de poner en confrontación los costos de la mitigación de las emisiones con los de la adaptación, entendida como las acciones orientadas a compensar los efectos negativos del cambio climático.

Se argumenta que ante el escenario de alta incertidumbre que se abre, una política de diversificación que combine estrategias de adaptación y de mitigación (a bajo costo) puede ser la respuesta adecuada.

Dicha respuesta es consistente con un punto de vista sobre la justicia intertemporal que tenga en cuenta tanto el bienestar de las generaciones actuales como de las futuras.

I. Pasivos ambientales y flujos negativos.

Existe controversia aún sobre las causas del cambio climático, aunque las acciones humanas parecen confirmarse poco a poco como sus responsables. Si están en la actividad humana entonces hay una pista para tratar de suprimirlas o compensarlas. Las acciones de mitigación de las emisiones (incluidas la reducción de la deforestación) serían entonces un instrumento posible. Sin embargo, podría llegarse tarde porque se atacaría reduciendo el nuevo flujo pero con un stock ya grande de gases efecto invernadero en la atmósfera y los océanos. Es que el cambio climático está también vinculado al stock de gases invernadero presentes en la atmósfera, un pasivo ambiental.

Es cierto que ese stock puede ir disminuyendo naturalmente pero que es alimentado permanentemente por nuevas emisiones. ¿Quién es entonces responsable? ¿Quiénes contribuyeron en el pasado a formar el pasivo o los nuevos emisores del presente? Esto es parte de la controversia que traba las soluciones. Sin embargo, muchos de los grandes emisores del pasado agregan todavía de manera muy relevante flujos en el stock. Aquí aparece una lista de los principales emisores mundiales según una de muchas fuentes. Si bien puede haber diferencias en las cifras de dichas fuentes, en general los órdenes de magnitud se mantienen.

Cuadro 1. Ranking de emisiones anuales de CO₂ según país para el año 2011.

Ranking	País	Emisiones anuales de CO ₂ (Kt)	Porcentaje del total mundial
	Mundo	34649483	100.00%
1	China	9019518.22	26.03%
2	Estados Unidos	5305569.61	15.31%
3	Unión Europea	3574100.22	10.32%
4	India	2074344.89	5.99%
5	Rusia	1808073.02	5.22%
6	Japón	1187656.96	3.43%
28	Argentina	190034.9	0.55%

Fuente: Banco Mundial (<http://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.CO2E.KT>)

Aunque hay que mirar las emisiones per cápita para definir responsabilidades individuales, los porcentajes de contribución por país son un parámetro significativo cuando se trata de entender los votos en las negociaciones.

Y claramente, si se suman las emisiones de China, EEUU, Unión Europea, India y Rusia, se llega a obtener más del 60% del total. El resto se obtiene de sumar las contribuciones pequeñas de muchos países: por ejemplo, la Argentina agrega alrededor del 0.6% del total. Es decir, un gran esfuerzo de pequeños países puede ser inútil para contener el cambio climático si los grandes emisores no hacen mitigación. También puede argüirse que la reducción de los grandes emisores podría ser neutralizada por emisiones descontroladas de los pequeños. Una buena noticia reciente es la ratificación del acuerdo de París por parte de China y EEUU (cf. <http://www.lanacion.com.ar/1934475-eeuu-y-china-dan-un-paso-al-frente-contra-el-cambio-climatico>).

II. La fórmula (Población X Consumo per cápita X Intensidad).

La siguiente fórmula (Kaya (1997)) da una expresión sintética de varios de los caminos alternativos para reducir las emisiones

$$F = P \times PBI_{pc} \times E$$

donde F son las emisiones totales, P es la población, PBI_{pc} es el PBI per cápita, y E son las emisiones de gases invernadero por unidad de producto bruto interno.

Puestas las cosas así, aparecen nuevos dilemas y oportunidades. Para bajar las emisiones debe elegirse entre: 1) reducir la población (o su crecimiento), 2) bajar el PBI per cápita (y probablemente el consumo medio) o 3) producir cambios tecnológicos que modifiquen las emisiones por unidad de producto.

Descartado 1) y reconociendo que 2) es casi imposible (o injusto en muchos casos), el cambio tecnológico que reduzca las emisiones por unidad de producto parece ser la única vía admisible.

Algo más se puede hacer si recurrimos a una útil descomposición propuesta por Brock y Taylor (2004). Esos autores descomponen el efecto total en la reducción de emisiones en tres posibles caminos: los efectos sustitución, escala e intensidad.

Para ilustrarlos pensemos qué podría ocurrir si se pusieran cargos o impuestos a las emisiones por unidad de producto.

Los bienes más intensivos en emisiones se encarecerían relativamente al resto. En ese caso debería esperar que los consumidores los sustituyeran, pasando a consumir bienes y servicios menos intensivos en emisiones. Ese sería el efecto sustitución. Habría entonces una recomposición del PBI.

Pero los impuestos en general deprimen la actividad económica en términos netos (aunque todo depende de cómo gaste los ingresos el gobierno –veremos luego el problema de la reinversión de la recaudación impositiva). De modo que debería considerarse posible una caída de la escala de la producción (una baja del PBI per cápita) que redujera, a su vez, las emisiones. Ese sería el efecto escala.

El efecto intensidad calcula cómo puede caer la cantidad emitida por unidad de producto. Es similar al *E*. ¿Puede ser inducido por los cargos a las emisiones? Si existieran alternativas tecnológicas, las firmas podrían adoptar esos nuevos métodos para evitar los impuestos. Pero para que eso ocurriera, deberían darse otras condiciones, como veremos más abajo. En particular, el costo de capital no debería ser muy elevado.

III. Instrumentos para reducir emisiones: impuestos y/o cargos sobre las emisiones.

Uno de los mecanismos propuestos para la reducción de las emisiones es el uso de impuestos a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En principio, es un instrumento de administración tradicional, y que no requiere de creación de mercados o de una ingeniería financiera sofisticada. Además, produce un aumento de la recaudación, en sí mismo un resultado atractivo para los gobiernos.

En el cuadro que sigue se presentan los resultados de aplicar un impuesto de 20 dólares por tonelada de Gases Efecto Invernadero emitida en cada actividad productiva. Los resultados corresponden a seis países de América Latina, incluyendo al nuestro. Se presentan sólo los resultados agregados en el PBI, no los impactos sectoriales o sobre la distribución del ingreso (que sí están disponibles).

Cuadro 2. Impuestos a las emisiones. Escenarios alternativos (variaciones %)

		Argentina	Brasil	Chile	El Salvador	Jamaica	Perú
PBI	Básico	-2.43	-3.26	-0.49	-1.15	-1.22	-0.11
	Sin desempleo	-0.10	-0.66	0.19	-0.45	-0.39	0.03
	Con movilidad del capital	-4.03	-5.18	-1.46	-1.83	-2.24	-0.96
	Sanciones internacionales	-2.72	-3.51	-0.88	-1.56	-1.98	-0.26
	Compensación impositiva	0.71	-1.95	0.34	-0.55	-0.92	0.13
	Inacción o Shock	-4.31	-3.43	-3.76	-4.32	-3.97	-2.35
Emisiones	Básico	-7.23	-8.63	-1.27	-6.01	-4.31	-7.43
	Sin desempleo	-5.83	-6.18	-0.70	-5.48	-3.62	-7.33
	Con movilidad del capital	-11.31	-12.20	-2.94	-8.22	-6.93	-10.19
	Sanciones internacionales	-7.27	-8.68	-1.42	-5.90	-4.85	-7.46
	Compensación impositiva	-5.12	-6.99	-0.54	-5.33	-3.08	-6.88
	Inacción o Shock	-5.62	-5.09	-4.10	-5.53	-3.38	-4.29

Fuente: Chisari y Miller (2016a)

El caso *Básico* supone que hay desempleo (calibrado al real del año correspondiente, en general 2007 ó 2008) y que los salarios son inflexibles a la baja en términos reales. Muestra por ejemplo que ese impuesto produce caídas del 2.43% en el PBI anual en la Argentina y de sólo el 0.11% en el caso del Perú. También se muestran las variaciones estimadas de las emisiones: del 7.43% en la Argentina y de un porcentaje casi similar en Perú, que tiene mucho por ganar según este resultado. En otras palabras, se consigue un éxito en términos de bajar emisiones en un porcentaje significativo pero eso tiene un costo.

El costo promedio en términos de PBI perdidos de reducir las emisiones en un 1% se obtiene haciendo el cociente de los resultados entre cambio de PBI y emisiones en el Cuadro 2: para la Argentina sería de 0.33% y para Brasil de 0.37%, para poner dos ejemplos. Son cifras elevadas. La idea que enfatiza es que en economías con desequilibrios los costos pueden ser bastante altos. Un punto de vista similar es sostenido por Babiker y Eckaus (2006).

El modelo *Sin Desempleo* es contrafáctico y hace los cálculos para economías ideales, sin desempleo y salarios determinados en mercados según la ley de la oferta y la demanda. Varios modelos de simulación de los costos de la mitigación usados a nivel internacional están basados sobre este tipo de escenarios, y al considerar escenarios ideales de largo plazo sin desequilibrios tienden a subestimar los costos de la mitigación. Se ve en el cuadro que el buen funcionamiento del mercado de trabajo es crucial para determinar los costos de reducir las emisiones; por ejemplo, en el caso de la Argentina, el costo de reducir 1% las emisiones es de apenas del 0.017% del PBI.

El escenario *Con movilidad del capital* hace ver qué ocurre si los impuestos no son imitados por el resto del mundo y el capital se reasigna geográficamente. Las pérdidas aumentan,

aunque la recesión hace que el efecto escala reduzca todavía más las emisiones. Pero eso a costa de mucho desempleo.

La situación podría ser la inversa. El resto del mundo podría embarcarse en la reducción de las emisiones y el país no. En ese caso, podrían implementarse sanciones. Los resultados que se muestran en *Sanciones internacionales* ilustran los efectos de reducciones permanentes del 1% en el valor de las exportaciones como resultado de las sanciones impuestas por el resto del mundo por mantener las emisiones domésticas. Las pérdidas son algo más altas que en el caso *Básico*. Notemos que cortar las emisiones con impuestos podría entonces ser una estrategia adecuada, pero se trataría de una adaptación a las políticas internacionales.

Eso sugiere que la adaptación puede entenderse en un sentido también amplio porque el cambio climático y las medidas tomadas para contenerlo y dichas medidas pueden generar cambios de precios relativos y de ingreso con consecuencias sociales.

¿Qué ocurriría si el país no hiciera nada y por ello sufriera un shock del 5% (caída) en la producción de todos los sectores industrias y agropecuarios (excluyendo entonces a los servicios)? Ese shock se interpreta como el *Costo de la inacción*. Los costos también son elevados. En realidad predomina el efecto escala. Comparando con el básico, está claro que convendría aplicar los impuestos. Sin embargo, para países “pequeños en lo ambiental”, reducir las emisiones propias podría ser ineficaz si el resto del mundo no lo hiciera. Más aún, si el país aplicara impuestos ambientales y el resto del mundo no redujera las emisiones (y ocurriera el shock de inacción) entonces la caída del PBI sería muy grande (la suma de -2.43 % y -4.31% para la Argentina).

No todas son malas noticias. La fila *Compensación Impositiva* muestra qué ocurre cuando la recaudación adicional obtenida con los impuestos a las emisiones es compensada con una reducción proporcional de todos los impuestos de la economía, de modo que quede un resultado neto cero. Se ve que los costos bajan y en varios casos hay ganancias netas. Dejan de aplicarse impuestos más distorsivos que los nuevos sobre las emisiones, y eso produce esa mejora. También se gana en términos de emisiones (se trata de una versión del llamado “doble dividendo”), pero menos que antes, dado que el aumento de la escala por mejora de la economía compensa al efecto sustitución. Podría inclusive haber ganancias mayores si los impuestos que se bajarán fueran selectivos –los más distorsivos, por ejemplo los aplicados sobre el trabajo.

La compensación impositiva impediría además un aumento de las emisiones estimulada por el incremento de la inversión pública. En efecto, se observa en algunos casos de simulaciones (no presentadas aquí) que al incrementarse la recaudación la tasa de crecimiento de la economía aumenta y eso acelera las emisiones. La razón es que la tasa de ahorro gobierno podría ser superior a la tasa de ahorro promedio de los agentes privados. El capital adicional incrementaría así el producto y las emisiones en períodos futuros, el resultado inverso al esperado al poner los impuestos.

El uso de impuestos merece un examen más meticuloso porque se pueden presentar inconvenientes, por ejemplo: 1) en países federales, habría que discutir la coparticipación de los nuevos impuestos, 2) los nuevos impuestos pueden afectar a las empresas pequeñas y medianas que son las que crean más empleo, 3) podría estimularse la evasión y la informalidad de empresas que sean más intensivas en emisiones o usaran insumos producidas por ellas (véase Chisari y Miller (2014)), 4) los cambios impositivos podrían cambiar los incentivos a la localización del capital e inclusive del trabajo, desatando migraciones locales e internacionales (Chisari y Miller (2016b)). Una interesante síntesis de problemas con los impuestos ambientales se encuentra en Sandmo (2015).

Cabe notar que hay otros instrumentos alternativos que podrían tener costos menores para las economías, como el de permisos negociables con un tope al nivel de emisiones totales. Es posible que ese mecanismo reduzca los costos al permitir flexibilidad. Pero también es cierto que las emisiones totales tendrían una cota superior, de modo que el nivel de actividad de la economía debería bajar.

IV. Eficiencia, cambio tecnológico y factores escasos.

Los ejercicios de la sección anterior se hicieron suponiendo que la tecnología que permite producir los bienes y servicios es única.

Quedan dos alternativas para bajar las emisiones: las mejoras de eficiencia y/o el cambio tecnológico.

Las ganancias de eficiencia pueden obtenerse de cerrar mejor las puertas, bajar el consumo de los aparatos eléctricos y varias otras alternativas. Serían parte del efecto intensidad mencionado más arriba. Por ejemplo, las familias o las empresas podrían ser más cuidadosas en el uso de los aparatos de aire acondicionado o estos construirse para usar menos energía.

Pero supongamos que se estuvieran a la venta aparatos nuevos que consumieran mucho menos electricidad. Bajaría el consumo por unidad pero no puede descartarse que la demanda total de aparatos aumentara porque es más barato utilizarlos. El resultado final y neto sobre las emisiones sería incierto, porque si bien cada aparato consumiría menos, habría más de ellos. Ese efecto, llamado rebote o de Jevons (descrito por W.S.Jevons en 1865 en un libro llamado *The Coal Question*) no puede descartarse de plano (véase Saunders (1992)).

Si recordamos la fórmula de emisiones, la necesidad de mejoras tecnológicas es inevitable a largo plazo si la población sigue creciendo y los niveles de vida aumentando.

Consideremos entonces que hay una tecnología alternativa, totalmente limpia (no produce gases de efecto invernadero). Y que, por lo tanto, no es alcanzada con los impuestos. Esta tecnología podría ser adoptada para eludir los impuestos ambientales.

Pero la sustitución de tecnología tiende a ser lenta, porque el capital ya instalado y que tiene pocos usos alternativos, acepta reducciones en su remuneración. Se trata de inercia en el uso de las técnicas contaminantes derivada de que la remuneración del capital instalado es una renta que, como toda renta económica, acepta reducciones significativas sin que cambie la cantidad de capital ofrecida. Es un fenómeno ya observado en el caso de industria como la del petróleo: la adopción de nuevas tecnologías se retrasa porque el impacto básico es una reducción del precio del petróleo y de la tasa de ganancias de las tecnologías ya existentes.

Una lección que sacamos es entonces que las políticas de mitigación basadas en incentivos (como impuestos o cargos sobre las emisiones) pueden tener efectos muy lentos dado que el capital instalado absorbe los costos como reducciones de su remuneración pero no se retira físicamente de la producción.

Y un corolario es que la velocidad con la que se avance en la mitigación es crucial. Procesos lentos pueden tener efectos sobre las emisiones con un rezago significativo, hasta que el capital instalado se amortice físicamente de manera efectiva. Sólo entonces caerán las emisiones, décadas después que el capital contaminante haya sido instalado.

Existe sin embargo una dificultad adicional para la sustitución de tecnologías: la tecnología nueva podría requerir alguna proporción de capital adicional, por ejemplo importado del resto del mundo. Sería el caso en que la economía debería hacer una inversión en ese capital, y para ello gastar divisas y aumentar su esfuerzo exportador.

Para ver qué ocurría en ese escenario, se hicieron simulaciones para todos los países de Latinoamérica que hemos mencionado, aunque aquí se presentan sólo los resultados para la Argentina y el Brasil. En cada caso, se seleccionó el sector de actividad más intensivo en emisiones para poner a su disposición una nueva forma de producir, nueva tecnología limpia. Las tecnologías limpias se suponen idénticas excepto porque una no contamina y tiene mayor intensidad de capital.

Los resultados de las simulaciones se muestran en el Gráfico 1, e indican cuál es el nivel de adopción de la nueva tecnología por la economía cuando se ponen impuestos y se puede optar entre dos modos de producción, y qué ocurre con las emisiones. El primer panel es el que nos interesa especialmente, porque muestra cuánto de la nueva tecnología es adoptado para distintos niveles de requerimiento de capital nuevo (importado del resto del mundo) que tiene esa tecnología.

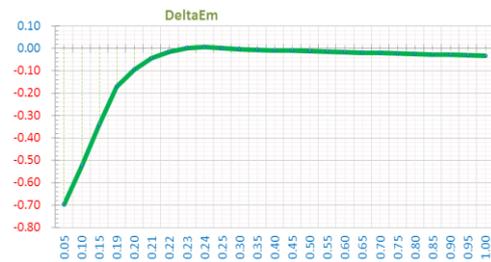
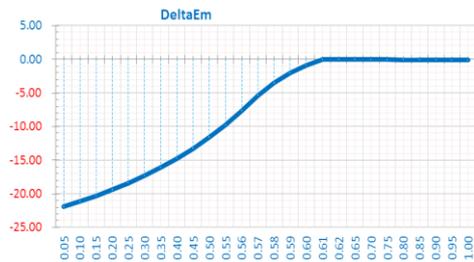
Como se aprecia para la Argentina y el Brasil, cuando el requerimiento de capital nuevo es bajo la tecnología es plenamente adoptada (Ex post) y caen mucho las emisiones (Delta Em). Las curvas de la figura de arriba comienzan en 1 (pleno uso de la tecnología nueva) pero decrecen luego si la proporción de capital nuevo requerido va aumentando (o sea hay que sustituir mucho capital instalado por nuevo capital). A medida que el requerimiento de capital aumenta prevalece la tecnología vieja, más contaminante. Este patrón de comportamiento se observa para todos los países estudiados: si el esfuerzo de exportaciones es muy elevado para poder pagar los costos de capital, entonces la tecnología limpia no es utilizada. Es un resultado esperable. Los costos de los impuestos a pagar con la tecnología pueden ser preferibles al costo de importación de capital.

Claro que los impuestos podrían aumentarse todavía más para forzar la decisión de sustitución, pero eso acarrearía nuevas pérdidas para la economía.

Así que tenemos dos resultados de esta sección. La adopción de nuevas tecnologías puede estar limitada por: 1) la caída de remuneración del capital instalado y 2) por el costo de capital.

Gráfico 1. Adopción de tecnología y reducción de emisiones. Argentina & Brasil





Fuente: Chisari y Miller (2016).

V. Adaptación y mitigación: incentivos diferenciales para los países chicos y grandes en términos ambientales. ¿Sirven los mercados de seguro?

Los países no tienen una única alternativa frente al cambio climático. Y el valor de esas alternativas es diferente si se trata de economías grandes o pequeñas en lo ambiental, entendiendo por esto que se trata de economías que tienen mayor o menor participación en las emisiones totales del planeta.

Mientras la mitigación de las emisiones es una política orientada a suprimir las fuentes o causas del cambio climático, la adaptación trata de compensar sus efectos. Esto en términos muy generales. Mientras la mitigación ataca el flujo de nuevos gases invernadero, la adaptación trata de contener el impacto negativo del stock acumulado.

Si una economía es pequeña el gasto en mitigación puede ser ineficaz para protegerse del cambio climático cuando el resto del mundo no está reduciendo significativamente las emisiones simultáneamente. La alternativa es la adaptación, sobre la que no se ha hecho suficiente trabajo de investigación, en particular en América Latina. Esto fue ya señalado en Chisari y Galiani (2010) pero vale la pena volver a mencionarlo, dado que ahora el acuerdo de París ha aumentado el énfasis de la comunidad internacional sobre los temas de adaptación (cf. <http://www.wri.org/blog/2015/12/what-does-paris-agreement-mean-climate-resilience-and-adaptation>).

Un país “pequeño en lo ambiental” podría optar por gastar en riego, en protección contra enfermedades o en mejorar la infraestructura contra las inundaciones, en lugar de hacer un esfuerzo significativo en términos de reducción de emisiones.

En cambio, para los países “grandes en lo ambiental” el resultado no es necesariamente válido: si un país grande en emisiones las reduce, hay más probabilidades de que haya efectivamente una disminución del peligro de impactos negativos derivados del clima que ese mismo país enfrenta (esto también podría ocurrir en países que sufran directa e inmediatamente las consecuencias de la contaminación, aunque fueran “pequeños”).

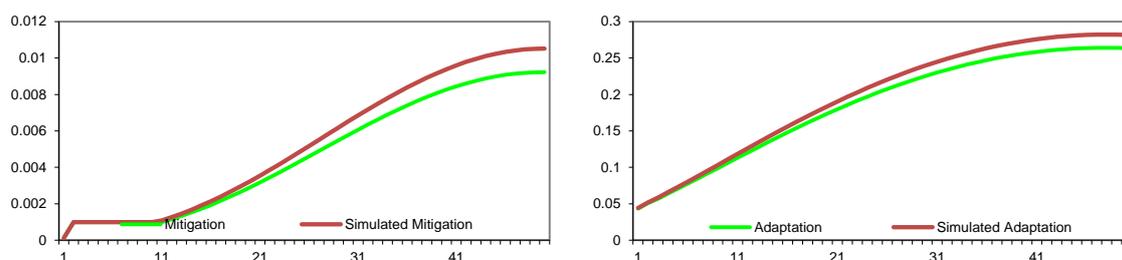
En los gráficos que sigue presentamos resultados de un trabajo de Chisari, Galiani y Miller (2016) en el que se simula qué política adoptarían dos países diferentes en su tamaño ambiental relativo al mundo, en este caso Brasil y EEUU. En ambos casos los resultados se derivan de un modelo de optimización dinámica en el que se estimaron los costos de mitigación y adaptación según la información internacional disponible.

En los ejes de abscisas están representados años y en el de ordenadas porcentajes del PBI. Como puede verse, en esas simulaciones Brasil no realizaría gastos de mitigación hasta después de varios años y ni siquiera después de un tiempo llegaría a un nivel significativo en el (Gráfico 2a). Sin embargo, sí destinaría recursos a la adaptación.

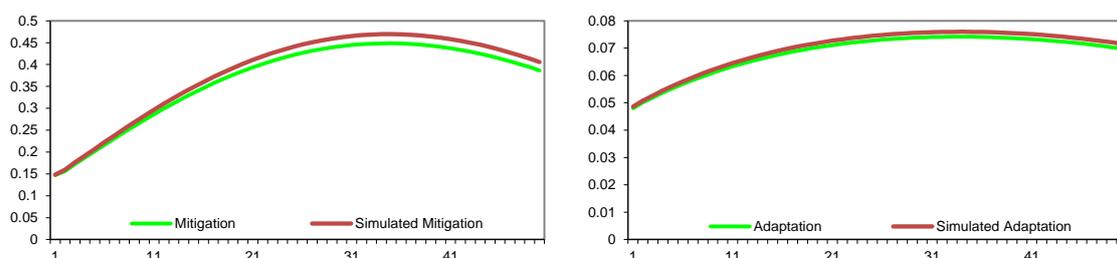
Este resultado no se repite en el caso de EEUU (Gráfico 2b): los gastos de mitigación serían más importantes que los de adaptación. La razón estaría en que la contribución de EEUU a las emisiones totales es mucho más grande que la de Brasil, y una política de reducción sería más efectiva (con independencia de qué hiciera el resto del mundo).

Gráfico 2.

a) Gastos de Brasil en mitigación y adaptación (como % del PBI en el tiempo).



b) Gastos de EEUU en mitigación y adaptación (como % del PBI en el tiempo).



Fuente: Chisari, Galiani y Miller (2016).

Los gastos en adaptación son una forma de seguro, y efectivamente los seguros pueden ser una buena alternativa a nivel de los agentes económicos individuales, familias o empresas a nivel local. Pero pueden fracasar a nivel global si el impacto del cambio climático abarca una parte importante de la economía mundial.

Por ejemplo, los seguros agrícolas sirven para una región pero no garantizan la provisión de bienes agropecuarios a nivel planetario: si hay un shock de oferta no será posible traer alimentos de otro planeta (véase Chisari, Cristini y Miller (2016) para una discusión).

Es más, sería probable que el mercado de seguros agrícolas ni siquiera funcionara si el shock fuera generalizado. La rentabilidad de las oferentes de seguro, crucial para la existencia de mercados de seguro, requiere que los eventos desafortunados a asegurar no estén altamente correlacionados. Y no es ése el caso de eventos climáticos globales.

VI. Costos y ¿beneficios del cambio climático?

La incertidumbre sobre los efectos es también relevante para este análisis. No basta determinar si habrá un impacto negativo del cambio climático en promedio. Es necesario mirar con más detalle cómo afectará a las diversas regiones del planeta. Si hubiera

ganadores y perdedores, no es seguro que quienes más contaminan sean quienes más estén dispuestos a reducir sus emisiones para mejorar la salud promedio del planeta.

¿Tiene esto verosimilitud? En el cuadro que sigue reproducimos un ejercicio de Chisari, Cristini y Miller (2016) en el que se estudia cuál es el impacto económico neto para cinco países de América Latina de suponer que hay un shock climático negativo del 5% sobre la productividad mundial de bienes agrícolas. La columna Base da el crecimiento del Valor de la producción agrícola en la simulación del modelo para el período 2008-2014. La columna Post-Shock lo que ocurre con ese crecimiento si ocurre la caída del 5%.

Cuadro 3. Evaluación de impacto: shock mundial y efecto neto sobre América Latina.

Valor de la producción. Tasa de crecimiento. 2008-2014 (%)			
	Val-base año (USD millones)	Base (%)	Post-Shock (%)
Argentina	42979.2	94.65	143.48
Brasil	107091.19	92.93	128.13
México	49885.87	77.37	107.51
Paraguay	3329.18	94.65	144.45
Uruguay	2715.88	102.6	138.37
Total	206001.31	89.67	126.74

Fuente: Chisari, Cristini y Miller (2016).

Como se aprecia, si el cambio climático produjera una caída generalizada mundial de 5% en la productividad agrícola, el valor de la producción aumentaría. Esto es así porque una caída de la producción de esos países en términos de cantidades sería más que compensada por el aumento de los precios en los mercados internacionales.

Pero esto exigiría un esfuerzo adicional de adaptación al cambio de precios relativos. Algunas poblaciones serían ser vulnerables a la escasez de alimentos o al aumento de sus precios (sus costos se harían excesivos para poblaciones pobres). Una tarea de adaptación de los gobiernos es anticiparse a esos hechos y tener las reservas físicas o económicas disponibles.

VII. Decisiones con probabilidades desconocidas.

El cambio climático abre entonces un abanico de escenarios a partir de eventos naturales de probabilidad desconocida: 1) ¿estamos a tiempo de evitar los costos del cambio climático reduciendo los flujos, 2) ¿es ya tarde porque el pasivo ambiental es muy grande?. Los países tienen entonces que tomar decisiones de mitigación y/o adaptación en un marco de incertidumbre pura, en el sentido de Knight (véase por ejemplo Luce y Raiffa (1957)) o de ambigüedad (véase por ejemplo Binmore (2011)). Recordemos que no está claro que los esfuerzos económicos por reducir las emisiones sean acompañados por el resto de los países, o que aparezcan sanciones para quienes no adhieran a las políticas diseñadas por la comunidad de naciones. O sea, hay también incertidumbre estratégica.

Cuando no hay una estrategia dominante frente a los eventos inciertos, como parece ser el caso, podemos recurrir a tres actitudes tradicionalmente contempladas en economía y en la teoría de la decisión.

Según el *Optimismo* (también conocido como Maximax), se podrían elegir las acciones confiando en que la Naturaleza y los Demás harán lo mejor posible para nosotros. Se trata entonces de una acción arriesgada confiada en el éxito.

De adoptarse el *Pesimismo* (o Maximin), habría que tomar decisiones suponiendo que la respuesta de la Naturaleza (y de los Demás) será siempre la peor posible para cada acción. Una forma de Ley de Murphy, que pronostica el fracaso y de la que se deduce que lo mejor es una acción conservadora.

Finalmente, el *Mínimo Arrepentimiento* (o Minimax) dice que deberían tomarse aquellas acciones que den el menor arrepentimiento cuando la verdad se revele. Se trata de un caso intermedio porque se valor tanto el gran error en anticipar el fracaso como el éxito, pero que contiene predisposición por las acciones de precaución.

Cabe notar que la actitud de Mínimo Arrepentimiento está en la base de la teoría de la justicia de Rawls (véase Rawls (1993)), según la cual el hacedor de políticas debe tomar el llamado “velo de la ignorancia” como base, suponiendo entonces que no sabe a qué generación él mismo pertenece (i.e. con probabilidades desconocidas) y actuar luego con Mínimo Arrepentimiento, para que al revelarse la verdad se arrepienta lo menos posible. Es un criterio que tiende a la equidad entre las generaciones actuales y futuras. Y constituye el fundamento de la *regla de Hartwick* (1977) de aplicación a la administración de las rentas de los recursos no renovables. En su forma básica esa regla propone la reinversión total de las rentas de esos recursos para mantener igualadas las oportunidades de las generaciones futuras con respecto a las presentes.

En una situación crítica, con umbrales desconocidos, parece entonces razonable optar entre el *Pesimismo* y el *Mínimo Arrepentimiento*, y actuar prudentemente. Entonces aparece la idea de la diversificación: formar un portafolio de acciones de mitigación y adaptación puede ser beneficioso. Por dos razones: 1) porque todavía puede ser posible evitar el cambio climático reduciendo los flujos, es decir bajando las emisiones, con lo cual habría que hacer mitigación; 2) porque podría no ser así debido al peso del pasivo ambiental creado por el stock de Gases Efecto Invernadero que viene del pasado, que ya habría creado una irreversibilidad en la que el cambio climático ya es inevitable, con lo cual debería recurrirse a la protección, a la adaptación.

En ese caso, un balance entre adaptación y mitigación sería la elección apropiada. Las acciones de adaptación no han sido estudiadas con profundidad, hace falta trabajar bastante en conocer por ejemplo qué infraestructura se necesita y qué enfermedades podrían difundirse y hay que prevenir o curar. Es más, ¿estamos seguros que algún grado de capital físico construido por el ser humano es capaz de protegernos de catástrofes ambientales o biológicas? Esa es una extensión del problema planteado hace bastante tiempo ya por Dasgupta y Heal (1979): ¿cuál es el grado de sustitución entre capital natural y artificial para la capacidad de producción? Que ahora podría ponerse como: ¿cuál es la capacidad del capital artificial y humano de compensar las pérdidas de capital natural? Si no fueran sustituibles, entonces los esfuerzos humanos por compensar las pérdidas naturales serían inútiles.

Por otra parte, la mitigación debería ser al menor costo posible: la sustitución impositiva podría ser un camino. El otro, el cambio tecnológico, que tampoco es gratis.

VIII. Síntesis y recomendaciones.

Podemos concluir con una breve síntesis de ideas y recomendaciones:

- La contribución de países de América Latina a los flujos nuevos de Gases Efecto Invernadero es relativamente baja cuando se la compara con la de otras regiones.
- Si bien puede trabajarse con la reducción de las emisiones de GEI, el mayor problema deviene del stock ya acumulado que puede hacer inevitable o irreversible el cambio climático.
- Una actitud Pesimista o una de Mínimo Arrepentimiento aconsejaría acciones diversificadas. Es decir, alcanzar un balance entre adaptación y mitigación.
- Los países menos desarrollados enfrentan desequilibrios que hacen que los costos de reducir las emisiones sean altos cuando se usan impuestos a las emisiones u otros instrumentos que ponen precio a las emisiones. En ese caso, es aconsejable propender a la sustitución impositiva de impuestos distorsivos por impuestos ambientales.
- Para esos países, la escasez de capital puede también constituir una restricción importante para la adopción de tecnologías limpias por parte de esos países.
- La escasez de capital puede constituir una limitación relevante para las acciones de adaptación que requieran inversiones o gastos inusuales.
- En consonancia con el acuerdo de París, vendría bien un catálogo de medidas relevantes de adaptación, que permitiera establecer una jerarquía de acciones inmediatas y mediatas, las bases de construcción de un “arca de Noé” moderna. Digamos, por si lo demás falla.

IX. Referencias.

Babiker M. y R.Eckaus (2006), “Unemployment Effects of Climate Policy”, MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change Unemployment Effects of Climate Policy, Report No. 137, July.

Binmore K. (2011), *Rational Decisions*. Princeton University Press.

Brock W. y M. Scott Taylor (2004). “Economic Growth and the Environment: A Review of Theory and Empirics.” NBER Working Paper 10854. Cambridge, United States: National Bureau of Economic Research.

Chisari Omar O. y S.Galiani (2010), “Climate Change: A Research Agenda for Latin America and the Caribbean”, Banco Interamericano de Desarrollo, IDB-TN-164, Washington, Octubre.

Chisari Omar O. y Sebastián Miller (2014), “Does Firm Heterogeneity Impact the Effectiveness of Carbon Taxes? Experiments in Argentina and Mexico”, Banco Interamericano de Desarrollo, IDB-WP-524, Washington, Agosto.

Chisari Omar O. y Sebastián Miller (2016a), “CGE Modeling: Alternative Structural Specifications for the Evaluation of Carbon Taxes. Simulations for Economies of Latin America and the Caribbean”, en curso de publicación en *The WSPC Reference on Natural Resources and Environmental Policy in the Era of Global Change*, Vol. 3, Computable General Equilibrium Models of Society, editado por T. Bryant, World Scientific. Publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo como IDB-TN-740, Washington, febrero de 2015.

Chisari Omar O. y Sebastián Miller (2016b), “Climate Change and Migration: A CGE Analysis for Two Large Urban Regions of Latin America”, Banco Interamericano de Desarrollo, IDB-WP-659, Washington, Febrero.

Chisari Omar O., Marcela Cristini y Sebastián Miller (2016), "Agriculture in Latin America and the Caribbean: Adaptation to Climate Change. Main Conceptual Issues and Policy

Options", en *Modelización Económica en el Sector Agropecuario*, editado por C.Vicién, S.Pena de Ladaga y G.Petri, Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires. Mayo.

Chisari O.O., S.Galiani y S. Miller (2016), "Optimal Climate Change Mitigation and Adaptation Expenses in Environmentally Small Economies", en curso de publicación en *Economía Journal of LACEA*.

Dasgupta P.S. y G.Heal (1979), *Economic Theory and Exhaustible Resources*. Cambridge University Press.

Hartwick, John M. (1977), "Intergenerational Equity and the Investment of Rents from Exhaustible Resources" , *American Economic Review*, 67, December.

Kaya Y. y K.Yokoburi (1997). *Environment, energy, and economy: strategies for sustainability*. Tokyo [u.a.]: United Nations Univ. Press. ISBN 9280809113.

Luce D. y H.Raiffa (1957), *Games and Decisions*. Wiley. New York.

Rawls J. (1993), *Teoría de la Justicia*. Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.

Sandmo A.(2015), "The Public Economics of Climate Change", Norwegian School of Economics. <http://ssrn.com/abstract=2693142>