
ELECCIÓN TEÓRICA EN ECONOMÍA: EL CASO DE SOLOW, ROMER Y RAMSEY

Néstor Garza¹
Gisell Pugliese²

La producción de teoría económica es el resultado de un proceso de elección restringido por las condiciones de tiempo, objetivos y conocimiento que enfrentan los economistas cuando eligen entre diferentes estrategias de construcción de los discursos interpretativos que tratan con el mismo objeto de estudio. Puede agregarse que las actitudes y valores que median en este proceso, están influenciados por la situación histórica propia de cada actividad de producción intelectual y, sin embargo, esto no le resta validez al

⁰Se agradece la financiación provista por la DIP de la Universidad del Norte para el proyecto titulado: “Estructura y desempeño de la producción intelectual de economía en Colombia”, en cuyo contexto se realizó el presente proceso de reconstrucción y mejora del trabajo de grado titulado: *Elección teórica en economía neoclásica del crecimiento: el caso de Solow, Romer y Ramsey*. Se agradece la asesoría y colaboración de Jairo Parada, Iván Moscati y los dos evaluadores anónimos de la revista.

¹Néstor Garza es Magister en Ciencias Económicas. Se desempeña actualmente como profesor e investigador del Departamento de Economía de la Universidad del Norte (Barranquilla, Colombia). E-mail: ngarza@uninorte.edu.co. Dirección de correspondencia: Kilómetro 5, Vía Puerto Colombia, Oficina 2-2C, (Barranquilla, Colombia).

²Gisell Pugliese es Economista y asistente de investigación del Departamento de Economía de la Universidad del Norte (Barranquilla, Colombia). E-mail: puglieseg@uninorte.edu.co. Dirección de correspondencia: Calle 142F No. 129A-44 (Bogotá, Colombia).

Este artículo fue recibido el 22 de abril de 2008 y su publicación aprobada el 17 de abril de 2009.

carácter general que cada explicación teórica pretende alcanzar (Gallardo, 2004).

En su artículo *Epistemic Virtues and Theory Choice*, Iván Moscati (2006) afirma que al elegir entre distintas teorías que abordan el mismo objeto de estudio, los economistas prefieren aquella que goce de mayor sistematicidad (equivalente a valor teórico puro), manteniendo las virtudes semánticas (equivalente a capacidad para simular la realidad). El autor llega a esta conclusión luego de evaluar el proceso de teorización y reemplazo de paradigmas al interior de la teoría de demanda (Jevons-Walras, Edgeworth, y Jhonson-Pareto).

El presente trabajo tiene como referencia la metodología propuesta por Moscati, pero se concentra en el problema de la elección entre diferentes teorías del crecimiento (Solow, Romer, Ramsey). De esta manera, se puede evidenciar las preferencias de los economistas cuando eligen entre distintas teorías de crecimiento, así como, cuáles son las virtudes epistémicas relevantes para la generación del discurso teórico.

La pertinencia del documento radica en que indaga sobre los valores epistémicos que orientan al economista a la hora de elegir una teoría de crecimiento, y esta constituye una pieza clave del análisis sobre las intenciones que guían el trabajo de los profesionales en esta área³.

En la primera sección se expone el problema de elección teórica y los conceptos asociados a virtudes epistémicas sintácticas y semánticas. En la segunda se hace un breve resumen de las principales implicaciones de las tres teorías de crecimiento en consideración, a partir de los supuestos que hacen sobre una serie de definiciones. En el tercer segmento, siguiendo la propuesta de Moscati, se realizan comparaciones uno-a-uno entre las distintas teorías del crecimiento económico para dilucidar el grado de virtud epistémica sintáctica y semántica contenida en cada una de ellas. En el cuarto apartado, mediante una consulta bibliográfica, se hace un análisis de cuál es la teoría más referenciada por los economistas (si la de Solow, Romer o Ramsey), ello revelará sus preferencias y el impacto de cada una de éstas en la generación de discursos alternativos. En la quinta y última sección se presentan las conclusiones.

³Similar a las elaboraciones que sobre este particular han venido realizando analistas como Frank Hahn y Martín Hollis (1986).

MARCO TEÓRICO

El problema de elección teórica parte del hecho de que el economista como científico social tiene ciertas ambiciones, preferencias, objetivos y restricciones que influyen en la manera como elige teorías y reemplaza paradigmas. La elección teórica es una materia que hasta el momento ha sido poco explorada por los economistas, salvo por el estudio presentado en dos de los artículos de Moscati (2006 y 2007) y otras aproximaciones que tienen un menor grado de precisión (Shi, 2001).

Moscati comienza con una breve descripción de lo que llama *virtudes epistémicas sintácticas* y *virtudes epistémicas semánticas*. Las primeras están relacionadas con la maquinaria hipotético-deductiva de la teoría, y dentro de ellas se encuentran *la parsimonia, la generalidad, el poder unificador, la exactitud de implicaciones y la sistematicidad*. Esta última es considerada como una síntesis del poder unificador y la exactitud de implicaciones. Por su parte, las virtudes epistémicas semánticas son las que permiten que exista una relación entre las definiciones, supuestos e implicaciones de una teoría con la evidencia⁴.

Para Moscati (2006, 17) “los economistas intentan maximizar la virtud semántica de la teoría sujeto a la restricción de preservar su sistematicidad”⁵. Esta hipótesis es corroborada por el autor para el caso de las teorías de demanda (Jevons-Walras-Marshall, Edgeworth, Johnson-Pareto), describiendo el proceso de reemplazo de paradigmas al interior de la teoría del consumidor, y demostrando así, que los economistas siguen el patrón de elección teórica anteriormente descrito.

A continuación se expondrán las definiciones de virtudes epistémicas que serán utilizadas como herramientas teóricas, para el desarrollo del presente artículo.

Virtudes epistémicas sintácticas

Si se define una teoría como un conjunto de supuestos A_T que se hacen sobre una serie de definiciones D_T y que generan unas implicaciones I_T , sobre el conjunto de definiciones, entonces ésta puede ser representada como una matriz de definiciones-implicaciones que corresponde a una matriz

⁴Este acercamiento en dos etapas parece ser el predominante entre los economistas al considerar la manera cómo deben ejercer su disciplina científica (Lawson, 1994).

⁵La sistematicidad es quizá la virtud sintáctica más importante para los economistas. Esta se refiere a la capacidad de una teoría para obtener el mayor número de implicaciones posibles a partir del mínimo de supuestos (Koopmans, 1976).

definiciones-supuestos:

$$D_T \bullet A_T \leftrightarrow D_T \bullet I_T$$

El mapa de definiciones-supuestos-implicaciones es lo que se conoce como estructura hipotético-deductiva de una teoría y sobre éste operan las virtudes epistémicas sintácticas, dentro de las cuales se encuentran *la parsimonia, la generalidad, el poder unificador y la sistematicidad*.

Parsimonia. Una teoría T_0 es más parsimoniosa que una teoría T_1 si y sólo si T_0 tiene menos supuestos que T_1 . En otras palabras, la parsimonia de una teoría T está inversamente relacionada con el número de supuestos A_T . De manera que se puede construir una función de parsimonia denotada por:

$$P(T) = \frac{1}{A_T}$$

La parsimonia le da un carácter de simplicidad a la teoría, en la medida en que ésta necesite menos supuestos para el conjunto de sus implicaciones. Pero, el hecho de que se hagan menos supuestos sobre el conjunto de definiciones podría generar implicaciones menos precisas y más ambiguas.⁶

Generalidad. Si se tienen dos teorías T_0 y T_1 que trabajan con el mismo objeto de estudio d_T , entonces, la teoría T_0 es más general que la teoría T_1 si y sólo si el conjunto de supuestos A_T que se hacen sobre el conjunto de definiciones D_T son menos restrictivos en T_0 que en T_1 . En otras palabras, las posibles formas que puede tomar un objeto d_T restringido por los supuestos A_T de una teoría T_1 es un subconjunto de las posibles formas que puede tomar un objeto d_T restringido por el conjunto de supuestos A_T de una teoría T_0 . Lo anterior se denota como: $|d_{T_1}^A| \subseteq |d_{T_0}^A|$.

La generalidad de una teoría se puede interpretar como un caso especial de parsimonia, ya que si se cumple que $|d_{T_1}^A| \subseteq |d_{T_0}^A|$, entonces necesariamente, los supuestos en T_1 son iguales a los supuestos en T_0 más unos supuestos adicionales, es decir, $A_S^{T_1} = A_S^{T_0} + X$, donde X es el número de supuestos adicionales en T_1 . No obstante, la causalidad no opera en el orden contrario: el hecho de que T_0 sea más parsimoniosa que T_1 no implica necesariamente que T_0 sea más general que T_1 .

Poder unificador. Una teoría T_0 tiene más poder unificador que una teoría T_1 si y sólo si se puede obtener un mayor número de implicaciones a partir

⁶De aquí la expresión usual de que la teoría económica es un conjunto encadenado de modelos, cada uno más general que el anterior, pero a su vez menos descriptivo.

de un menor número de supuestos en T_0 . Si se expresa lo anterior en términos matriciales, entonces, T_0 es más parsimoniosa que T_1 si se cumple que:

$$A_{T_0} < A_{T_1} \wedge I_{T_0} \geq I_{T_1}$$

En otras palabras, el poder unificador de una teoría T evalúa también la generalidad, y dado que la generalidad es un caso especial de parsimonia, entonces se puede concluir que el poder unificador de una teoría T contiene dos virtudes epistémicas sintácticas: la parsimonia y la generalidad.

Para evaluar el poder unificador de una teoría se construye un índice de poder unificador que es función creciente de la relación implicación/supuesto:

$$\text{UPI (Unifying Power Index)} = \frac{I_T}{A_T}$$

De esta manera, una teoría T_0 posee más poder unificador en la medida en que genere más implicaciones por supuesto.

Exactitud de implicaciones. Se puede afirmar que una implicación i_T de una teoría T es más exacta en la medida en que restrinja al máximo las posibles formas –o comportamientos– de un objeto d_T .

Se llamará $|d_T^I|$ a todas las formas posibles que puede tomar un objeto d_T restringido por el conjunto de implicaciones I_T de una teoría T . Entonces, una teoría T_0 tiene implicaciones más exactas que una teoría T_1 si y sólo si $|d_{T_0}^I| \subseteq |d_{T_1}^I|$, es decir, las posibles formas que puede tomar un objeto d_T restringido por el conjunto de implicaciones I_T de la teoría T_0 son un subconjunto de las posibles formas que puede tomar un objeto d_T restringido por el conjunto de implicaciones I_T de la teoría T_1 . Si se expresa lo anterior en términos matriciales se obtiene que T_0 tendrá implicaciones más exactas que T_1 si se cumple que:

$$D_{T_0} \bullet I_{T_0} < D_{T_1} \bullet I_{T_1}$$

Sistematicidad. Se define como la capacidad que tiene una teoría T de derivar el mayor número posible de implicaciones exactas a partir del menor número posibles de supuestos. Desde esta perspectiva, la sistematicidad es entendida como la virtud epistémica más completa de una teoría, dado que implica poder unificador (minimización de supuestos por implicación) y exactitud de implicaciones. Luego la sistematicidad puede ser representada como una función creciente de la exactitud de implicaciones y del poder unificador:

$$S(T) = \rho(UP(T), GEI(T)) \text{ Donde } 0 < \rho < 1$$

Dado que el poder unificador recoge tanto la generalidad como la parsimonia de una teoría, y que la sistematicidad está en función del poder unificador y de la exactitud de implicaciones, se puede afirmar que la sistematicidad resume la totalidad de las virtudes epistémicas de una teoría T . Luego, a la hora de comparar las virtudes epistémicas sintácticas de dos teorías T_0 y T_1 , es preciso definir el grado de sistematicidad contenida en cada una de ellas, lo cual es posible a través de la medición del índice de poder unificador y de la comparación de exactitud de implicaciones.

Virtudes epistémicas semánticas

Las virtudes epistémicas semánticas se refieren a la relación de la teoría con la evidencia. Para evaluarlas, se recomienda definir unas funciones de correspondencia que dependan de la relación definición-evidencia, supuesto-evidencia e implicación-evidencia. Es decir, que se pueden definir tres funciones de correspondencia semántica: una que depende de la correspondencia entre las definiciones de una teoría y la evidencia, denotada por $f_d(D_T) \dots \dots \dots D \leftrightarrow EF[+1, 0, -1]$; otra que depende de la correspondencia entre los supuestos de una teoría y la evidencia, denotada por $f_a(A_T) \dots \dots \dots A \leftrightarrow EF[+1, 0, -1]$; y una última, que depende de la correspondencia entre las implicaciones de una teoría y la evidencia denotada por $f_i(I_T) \dots \dots \dots I \leftrightarrow EF[+1, 0, -1]$.

Los valores entre paréntesis son el rango de las funciones de correspondencia, lo cual indica que si una implicación, supuesto o definición de una teoría T corresponde con la evidencia, la función tomará el valor de $+1$; si no corresponde con la evidencia tomará el valor de -1 ; y si no se puede determinar si existe o no correspondencia será igual a 0 .

En este artículo sólo se hará referencia a la correspondencia entre las implicaciones y la evidencia de una teoría a la hora de comparar virtudes epistémicas semánticas. Esto porque existe la posibilidad de una disyuntiva entre la correspondencia supuesto-evidencia y la correspondencia implicación-evidencia de una teoría, y el propósito aquí no es evaluar el realismo de los supuestos sino la capacidad predictiva de una teoría, medida a través de lo que sugiere la evidencia acerca de sus implicaciones.

La razón para dicho enfoque analítico se encuentra en que Friedman (1967), construyendo para la economía sobre el esquema positivista popperiano de inspiración en las ciencias naturales, critica el afán de los economistas por verificar el realismo de los supuestos. El autor concluye que esto podría traer inconvenientes en la medida en que el “realismo” de los supuestos

puede generar ineficacia en la teoría; para ello propone como ejemplo la teoría de competencia monopolística (de aquella época).

Virtudes epistémicas en modelos de crecimiento económico

A continuación se hace un resumen de los tres modelos de crecimiento considerados en este trabajo (Solow, Romer y Ramsey) y se elaboran tablas de definiciones-supuestos-implicaciones para cada uno de ellos.

Es importante tener presente que los tres artículos que se estudian han sido complementados tanto por los mismo autores, como por otros analistas. Pero, el presente documento aprovecha el ya mencionado carácter modular de la teoría para concentrarse en el primero de cada uno de ellos.

En adición a lo anterior, el presente trabajo se concentra en autores de corte neoclásico, puesto que comparten una misma pauta estructural de construcción⁷, lo que les hace comparables, su afinidad en la semántica se evidencia además al compartir en su estrategia de modelización la incorporación de los hechos estilizados del crecimiento de Nicolás Kaldor (Agenor, 2000):

- El PIB Y crece exponencialmente en el largo plazo.
- El capital per cápita K/L siempre crece.
- La tasa de ganancia r (o productividad marginal del capital) es estable.
- rK/Y se correlación con Inversión/ Y .
- K/Y es aproximadamente constante.
- \dot{y}/y varía mucho entre países.

El modelo de Solow

Robert Solow publicó en 1956 un documento pionero sobre el problema del crecimiento, en el cual relajó los supuestos de proporciones fijas de factores para superar el dilema conocido como *cutting edge* que se presentaba en el modelo Harrod-Domar de 1938⁸.

⁷Preguntas –Teoría– Datos es la propuesta del paradigma dominante en investigación económica, brillantemente resumida por Leamer (1998) y bastante ajustada a la realidad de las tres teorías estudiadas en este documento.

⁸El *cutting edge* es un problema de inestabilidad del crecimiento en el modelo Harrod-Domar, debido a la proporción fija de K/L a lo largo del tiempo. Este supuesto provocaba rigideces en los precios de K y L que se traducían, ya sea en un exceso de trabajo (desempleo), o en un exceso de capital (capacidad instalada).

En el modelo de Solow la producción bruta denotada por $Y(t)$ se destina ya sea a consumo o ahorro. La fracción del producto que se ahorra es constante en el tiempo y está definida por una tasa de ahorro tal que $0 < s < 1$.

Por su parte, la inversión neta es definida como el incremento en el stock de capital $\frac{dK}{dt}$, y en cada instante del tiempo se cumple que:

$$\frac{dK}{dt} = \dot{K} = sY \quad (1)$$

Ahora bien, se define una tecnología o función de producción neoclásica denotada por:

$$Y_t = f(K, L) \quad (2)$$

Esta función de producción neoclásica debe cumplir con el supuesto de rendimientos constantes a escala; es decir, que al incrementarse los factores de producción K y L la producción aumenta en el mismo orden.

$$f(\lambda K, \lambda L, A) = \lambda f(K, L, A)$$

Reemplazando la ecuación (2) en (1) se obtiene:

$$\dot{K} = sF(K, L) \quad (3)$$

Es decir, la inversión neta o variación del stock de capital depende tanto de la tasa de ahorro como del acervo de K y L . En cuanto a la tasa de ahorro se sabe que es exógena y que está dada por los planes de consumo de las familias. Por su parte, la cantidad de L está dada por la oferta laboral en cada momento del tiempo; mientras que la cantidad de K está dada por la tasa de acumulación de capital \dot{K} , que es la variable endógena en el modelo.

Si se supone una oferta laboral perfectamente inelástica⁹ y que el crecimiento de la cantidad del factor L está dado por una tasa de crecimiento poblacional exógeno n , entonces, en una economía que opera bajo condiciones de pleno empleo se cumpliría que en cada instante t :

$$L(t) = L_0 e^{nt} \quad (4)$$

El hecho de que exista una oferta laboral perfectamente inelástica bajo condiciones de pleno empleo implica que toda vez que haya un crecimiento poblacional (L), los salarios se ajusten de tal manera que se siga cumpliendo

⁹Esta es la forma como Solow es consecuente con la síntesis neoclásica de la que hace parte. Siguiendo a Hicks (1937) se sostiene que a corto plazo la oferta de factores es perfectamente inelástica y puesto que el largo plazo es una sucesión de cortos plazos, entonces en el largo plazo la productividad marginal siempre iguala el precio del factor.

la condición de pleno empleo; luego la productividad marginal del trabajo determinará el nivel de salario (ω) en cada momento del tiempo t :

$$\frac{\partial F(K, L)}{\partial L} = \omega \quad (5)$$

Análogamente, se asume una oferta perfectamente inelástica del factor K que opera bajo condiciones de pleno empleo, lo que implicaría que la productividad marginal de K también iguala su tasa de retorno en cada momento del tiempo t :

$$\frac{\partial F(K, L)}{\partial K} = r \quad (6)$$

Una vez resuelto el problema de la cantidad de factores K y L en cada instante del tiempo (t), se obtiene la tasa de acumulación de capital que sucedería si hay pleno empleo de los factores:

$$\dot{K} = sF(K \cdot Le^{nt}) \quad (7)$$

Ahora bien, se define R como el ratio capital-trabajo tal que $R = \frac{K}{L}$. Luego se tiene que $K = RL$. Si se diferencia esta ecuación con respecto al tiempo y, sabiendo que $\dot{K} = \frac{dK}{dT}$ y que $L(t) = L_0e^{nt}$ se tendría lo siguiente:

$$\dot{K} = \frac{dK}{dt} = \dot{R}L_0e^{nt} + nRL_0e^{nt} \quad (8)$$

Sustituyendo en la ecuación (7):

$$sF(\dot{K}, Le^{nt}) = \dot{R}L_0e^{nt} + nRL_0e^{nt} \quad (9)$$

Como la función de producción cumple con la propiedad de rendimientos constantes a escala, es posible dividir ambos lados de la ecuación (9) por el Factor L_0e^{nt} :

$$sF\left(\frac{K}{L_0e^{nt}}, 1\right) = \dot{R} + nR \quad (10)$$

Restando nR de ambos lados de la ecuación y reordenando se obtiene:

$$\dot{R} = sF\left(\frac{K}{L_0e^{nt}}, 1\right) - nR \quad (11)$$

\dot{R} es la tasa de crecimiento per cápita del ratio capital-trabajo. Esta tasa determina la trayectoria de crecimiento de una economía dados unos niveles

iniciales de K y L , los cuales operan bajo condiciones de pleno empleo y de oferta perfectamente inelástica en cada momento del tiempo t . La ecuación (11) muestra que el cambio en R depende positivamente del incremento del stock de capital y negativamente del crecimiento poblacional.

Cuando $\dot{R} = 0$ el radio K/L sería una constante, lo cual indicaría que la tasa a la que crece K es igual a la tasa a la que crece L . Siendo R^* el nivel de capital per cápita para el cual $\dot{R} = 0$:

$$R^* = \frac{sF\left(\frac{K}{L}\right)}{n}, 1 \quad (\text{Ver Anexo A}) \quad (12)$$

Solow en su artículo destaca que no todas las funciones de producción con proporciones variables de los factores (CES) y rendimientos constantes a escala garantizan que se alcance este equilibrio, se requiere además la productividad marginal decreciente de los factores, que para el caso de las funciones CES se garantiza cuando $0 < \rho < 1$.¹⁰

El nivel de capital per cápita alcanzado es el que garantiza que la tasa de crecimiento efectiva iguale a la tasa natural de crecimiento. De esta manera Solow resuelve el problema de inestabilidad del crecimiento en Harrod-Domar. Es decir, si se tiene una función de producción que cumple con las condiciones expuestas, entonces, habrá un único nivel de R^* para el cual la tasa natural de crecimiento es igual a la tasa efectiva de crecimiento¹¹. De esta manera se resuelve el dilema en el modelo Harrod-Domar, agregando además la implicación general de la convergencia en los niveles del ingreso per cápita¹². En el Cuadro 1 se resume el análisis epistémico sintáctico del modelo de Solow.

Modelo de Romer: las externalidades del capital

Lo que se resume a continuación es el modelo inicial de Romer publicado en Journal of Political Economy en 1986. Este modelo está basado en el

¹⁰La función CES propuesta por Solow tiene la siguiente forma $Y = (\alpha K^\rho + L^\rho)^{\frac{1}{\rho}}$. Vale la pena mencionar que en el artículo de 1956 no se hace alusión a las condiciones de Inada de la función de producción, dejando este nivel de generalidad teórica para los desarrollos posteriores.

¹¹Solow llamó a estas tasas *The warranted rate of Growth* y *The natural rate of Growth*, respectivamente.

¹²Cabe aclarar que lo que aquí se expone son las implicaciones del modelo general de Solow de 1956 y no sus extensiones, como son “el modelo Solow-Swan con cambio tecnológico”.

impacto externo que tiene la inversión en capital físico de una empresa (ΔK) sobre el desempeño y la producción de las demás empresas de la economía. Este impacto externo se conoce en el modelo de Romer como externalidades de capital, el cual se representa agregándole un factor K^n a la función de producción neoclásica:

$$f(K^n, L) \quad (13)$$

CUADRO 1.

ANÁLISIS EPISTÉMICO SINTÁCTICO DEL MODELO DE SOLOW

Definiciones	Supuestos	Implicaciones
1. Factores de producción K, L	1. La oferta de factores K, L es perfectamente inelástica en cada instante del tiempo t .	1. De los supuestos (1) y (2) se deriva que en cada instante t se cumple: $w = pmgL$ y $r = pmgK$
2. Nivel de L	2. En cada instante t hay pleno empleo de los factores de producción K, L .	2. De la implicación (1) y los supuestos (3) y (4) se deriva que la tasa de acumulación del nivel de pleno empleo de los factores vendría dada por: $\dot{R} = sF\left(\frac{K}{L_0 e^{nt}}, 1\right) - nR$
3. Nivel de K	3. El nivel de L está dado por una tasa exógena de crecimiento poblacional n tal que: $L(t) = L_0 e^{nt}$	3. De los supuestos (5), (6) y (7) se deriva que existe sólo un nivel de R para el cual $sf(R, 1) = (n)R$ $R^* = \frac{sF\left(\frac{K}{L_0 e^{nt}}, 1\right)}{n}$
4. Ratio Capital-Trabajo $R = \frac{K}{L}$	4. El crecimiento del stock de capital depende de una tasa de ahorro exógena al modelo tal que $0 < s < 1$. $\frac{dK}{dt} = sf(K, L)$	4. De la implicación (3) se deriva que, si todas las economías poseen los mismos parámetros $K/L, s$ y n entonces convergerán ¹³ .
5. Función agregada de Producción $f(K, L, A)$	5. La FAP presenta rendimientos constantes a escala: $f(\lambda K, \lambda L, A) = \lambda f(K, L, A)$	
6. Nivel de óptimo de R : en donde $sf(R, 1) = (n)R$	6. Función de producción con elasticidad de sustitución constante CES. (Proporciones variables). 7. Función CES con parámetro $0 < \varrho < 1$, para garantizar productividad marginal decreciente de cada factor.	

Fuente: elaboración propia.

El término K^n representa la externalidad y el exponente n es el número de empresas que existen en la economía. Esto implica que la externalidad asociada a la escala tiene un carácter social, o dicho de otra forma, que el conocimiento tiene un rendimiento marginal creciente.

Si se divide la ecuación (13) por L , y, sabiendo que el nivel de L en cada instante del tiempo t viene dado por $L_0 e^{nt}$ se obtiene la función de producción en términos per cápita:

$$f\left(\frac{K^n}{L_0 e^{nt}}, 1\right) \quad (14)$$

Ahora bien, este modelo de Romer tiene los mismos supuestos que el modelo de Solow en cuanto a niveles de K y L , por lo que la ecuación fundamental continúa siendo la misma, pero ahora contiene la nueva función de producción con externalidades del capital:

$$\dot{R} = sf\left(\frac{K^n}{L_0 e^{nt}}, 1\right) - nR \quad (15)$$

Introduciendo en el lado derecho de la ecuación un factor de depreciación del capital α , que será relevante para las implicaciones del modelo de Romer, se obtiene:

$$\dot{R} = sf\left(\frac{K^n}{L_0 e^{nt}}, 1\right) - (n + \alpha)R \quad (16)$$

Suponiendo que se tiene una función de producción con elasticidad de sustitución constante y proporciones variables de K/L ; por ejemplo, una función de producción tipo Cobb-Douglas. Si fuera este el caso la función de producción del modelo de Romer estaría representada por:

$$Y_t = K^\alpha L^{1-\alpha} K^n \quad (17)$$

El modelo de Romer introduce el papel de las externalidades del capital en la determinación del crecimiento a largo plazo. Bajo este escenario el modelo plantea que hay tres posibles resultados que puede tener una economía dependiendo del tamaño de las externalidades del capital. Para los casos en los que $(n + \alpha < 1)$ se encuentra que existe un único estado estacionario, que este es estable y que las economías convergen. Para los casos en donde $(n + \alpha = 1)$ desaparecen los rendimientos decrecientes del capital

¹³Entendiendo convergencia como el acercamiento relativo en los niveles del ingreso per cápita en ausencia de cambio tecnológico.

y la función de producción es una con tecnología AK ; lo que significa que la economía crece por siempre y a una tasa constante. Por último, en los casos en donde $(n + \alpha > 1)$ no hay un equilibrio estable en el modelo, de manera que las economías que empiezan con un stock de capital elevado seguirán creciendo por siempre y las que empiezan con un stock de capital bajo seguirán disminuyendo su tasa de crecimiento, es decir en el último caso se predice la divergencia entre las economías.

Modelo de Ramsey

Ramsey escribe un documento pionero en 1928, en el cual anticipa los desarrollos de optimización dinámica de la teoría neoclásica de la segunda mitad del siglo XX. Aunque el modelo se plantea en términos de función de producción y competencia perfecta, se diferencia del modelo Solow en que la tasa de ahorro no es exógena, sino que los individuos son intertemporalmente racionales y escogen un nivel óptimo de consumo, lo cual implica la escogencia de un nivel óptimo de ahorro (inversión).

CUADRO 2.

ANÁLISIS EPISTÉMICO SINTÁCTICO DEL MODELO DE ROMER

Definiciones	Supuestos	Implicaciones
1. Factores de producción: K , L .	1. La oferta de factores K , L es perfectamente inelástica en cada instante t .	1. De los supuestos (1) y (2) se deriva que en cada instante t se cumple que: $w = pmgL$ y $r = pmgK$
2. Nivel de L .	2. En cada instante t hay pleno empleo de los factores de producción K , L .	2. De los supuestos (3) y (4) el nivel de acumulación de capital de pleno empleo viene dado por: $\dot{R} = sf\left(\frac{K^n}{L_0 e^{nt}}, 1\right) - nR$
3. Nivel de K .	3. El nivel de L está dado por una tasa exógena de crecimiento poblacional n : $L(t) = L_0 e^{nt}$	3. Si $\alpha + \eta < 1$ la función de producción tiene rendimientos decrecientes del capital y habrá un nivel k^* para el cual $\dot{k} = 0$; pero también existe la posibilidad teórica de que no haya un equilibrio estable o que hayan equilibrios múltiples para los casos en que $\alpha + \eta = 1$ y $\alpha + \eta > 1$.
4. Función agregada de producción.	4. El crecimiento del stock de capital depende de una tasa de ahorro exógena al modelo tal que $0 < s < 1$ $\frac{dK}{dt} = sf(K, L)$	4. De la implicación (3) se deriva que si todas las economías poseen los mismos parámetros K/L , $(\alpha + \eta)$, s y n , entonces: Si $\alpha + \eta < 1$ convergerán; pero si $\alpha + \eta = 1$ y $\alpha + \eta > 1$ divergerán.

5. Radio capital-trabajo r .	5. La función agregada de producción presenta externalidades en el capital. $f(K^n, L)$	
6. Nivel de r óptimo: en donde: $s f(K, L) = (\alpha + n)K$	6. Función de producción con elasticidad de sustitución constante. $Y_t = k^\alpha L^{1-\alpha} k^n$	
7. Senda de crecimiento.		

Fuente: elaboración propia.

La pregunta que Ramsey se propone responder es cuánto debe ahorrar una nación en cada momento del tiempo. Para ello supone que el horizonte temporal es infinito y que la utilidad del consumo y la *desutilidad* del trabajo son diferenciables en el tiempo.

Para exponer el modelo se parte de una economía cerrada en la cual se debe cumplir que la producción total Y_t iguale el consumo y ahorro en cada instante t :

$$\frac{dK}{dt} + C = Y \quad (18)$$

Donde:

$$\frac{dK}{dt} = \dot{K} = sY \quad (19)$$

Dado un nivel de consumo C en cada instante del tiempo t , habrá un nivel de utilidad que depende del consumo definido $U(C_t)$. De igual forma, dado un nivel de trabajo L , en cada instante del tiempo t habrá un nivel de *desutilidad* del trabajo denotado por $V(L_t)$. Las correspondientes utilidades (desutilidades) marginales del consumo y del trabajo vendrían dadas por:

$$u(c_t) = \frac{dU(C_t)}{dC_t} \quad v(L_t) = \frac{dV(L_t)}{dL_t} = \frac{\partial f}{\partial L} u(x)$$

Si se resta a la utilidad del consumo la desutilidad del trabajo, se obtendrá la utilidad neta en cada momento del tiempo t ¹⁴.

$$U_{neta} = U(C_t) - V(L_t)$$

Esta utilidad es una función creciente en K , ya que un mayor nivel de capital garantiza mayores posibilidades de consumo, y por tanto, un mayor

¹⁴Ramsey llamó a esta utilidad neta *total enjoyment rate*.

nivel de utilidad neta. Existen dos posibilidades lógicas: que la utilidad neta crezca por siempre a medida que K aumenta o que alcance un cierto límite asintótico.

Ramsey rechaza la primera posibilidad, ya que se trata de un problema económico que implica escasez (K no puede crecer por siempre). En este caso se tiene que habrá un nivel óptimo de K para el cual se alcanza la máxima utilidad neta posible. Esta máxima utilidad neta posible se denotará con B (Bliss) y es infinitamente más deseable que cualquier otra tasa de utilidad neta en el horizonte temporal.

Para demostrar la existencia de un B máximo se considera la utilidad marginal adicional que se genera por posponer el consumo en un período infinitesimal Δt .

$$u\{c(t)\} = \left\{ 1 + \frac{\partial f}{\partial K} \Delta t \right\} u\{c(t - \Delta t)\} \quad (20)$$

Donde $\left\{ 1 + \frac{\partial f}{\partial K} \Delta t \right\}$ es la utilidad adicional que se genera por posponer el consumo presente al futuro¹⁵.

Derivando la ecuación 19 con respecto a t en el límite se obtiene:

$$\frac{du}{dt}(c(t)) = -\frac{\partial f}{\partial K} u(c(t)) \quad (21)$$

Esta última ecuación explica que la utilidad marginal del consumo cae a una tasa proporcional $\frac{\partial f}{\partial K} = r$. Luego, eventualmente $U(c_t)$ dejará de crecer, lo que implica la existencia de un B máximo.

Ahora bien, siendo M como la diferencia entre el valor máximo de utilidad neta (B) y la utilidad neta efectiva en cada momento del tiempo:

$$M = B - \{U(C_t) - V(L_t)\}$$

El objetivo crucial en el modelo de Ramsey es que se minimice esta diferencia en cada instante t ; es decir, si se asume un período infinito de tiempo, entonces:

$$\text{mín} \int_0^{\infty} B - \{U(C_t) - V(L_t)\} dt \quad (22)$$

¹⁵Recuerde que $\frac{\partial f}{\partial K} = r$.

Si se toma como variable independiente el capital (K) -y no el tiempo-, entonces se tiene:

$$\text{mín} \int_0^{\infty} \frac{B - \{U(C_t) - V(L_t)\}}{dK/dt} dK \quad (23)$$

De la ecuación (19) se extrae que $\frac{dK}{dt} = Y - C = F(K, L) - C$. Luego, reemplazando este resultado en la ecuación (23) se obtiene:

$$\text{mín} \int_0^{\infty} \frac{B - \{U(C_t) - V(L_t)\}}{F(K, L) - C} dK \quad (24)$$

Para minimizar la integral se toma la derivada de M con respecto a C y se iguala a cero:

$$-\frac{u(c)}{F(K, L) - C} + \frac{B - U(C_t) + V(L_t)}{[F(K, L) - C]^2} = 0 \quad (25)$$

Reordenando los términos se obtiene que:

$$-u(C_t) = -\frac{[B - U(C_t) + V(L_t)]}{F(K, L) - C} \quad (\text{Ver Anexo B}) \quad (26)$$

Como $\frac{dK}{dy} = Y - C = F(K, L) - C$, entonces:

$$-u(C_t) \bullet \frac{dK}{dt} = B - U(C_t) + V(L_t)$$

La implicación principal en el modelo de Ramsey es que el ahorro multiplicado por la utilidad marginal del consumo debe igualar siempre la diferencia entre la tasa máxima de utilidad neta (B) y la tasa actual de utilidad neta¹⁶.

¹⁶Recuerde que $\frac{dc}{dt} = \dot{K} = sY$

CUADRO 3.

ANÁLISIS EPISTÉMICO SINTÁCTICO DEL MODELO DE RAMSEY

Definiciones	Supuestos	Implicaciones
1. Factores de producción K, L .	1. La oferta de factores es perfectamente inelástica en cada instante t .	1. De los supuestos (1) y (2) se deriva que en cada instante t se cumple que: $w = pmgL$ y $r = pmgK$
2. Función de Utilidad del consumo $U(C)$.	2. En cada instante del tiempo, hay pleno empleo de los factores.	2. Si la utilidad marginal del consumo es decreciente y la desutilidad marginal del trabajo es no decreciente, entonces habrá un solo nivel de c para el cual la utilidad neta se maximiza.
3. Función de desutilidad del trabajo $V(L)$.	3. La utilidad marginal del consumo es decreciente. $\frac{du}{dt}(c(t)) = -\frac{\partial f}{\partial K}u(c(t))$	3. Condiciones de primer orden para la maximización de la utilidad neta (solución interna) ¹⁷ : $-u(C_t) \bullet \frac{dK}{dt} = B - U(C_t) + V(L_t)$
4. Función de utilidad neta efectiva. $U_{neta} = U(C_t) - V(L_t)$	4. $V(L)$ es una función no decreciente en L .	En el punto en el que B es máximo, el ahorro multiplicado por la utilidad marginal del consumo debe siempre igualar la diferencia entre la tasa máxima de utilidad neta (B) y la tasa actual de utilidad neta.
5. Función agregada de producción $f(K, L, A)$	5. $u(c)$ y $v(L)$ son diferenciables en el tiempo.	4. De la implicación (3) se deriva que si todas las economías poseen los mismos parámetros $K/L, s$ y n , entonces convergerán.
6. Nivel de L .	6. En cada instante t la utilidad neta se maximiza	
7. Nivel de K .	7. La FAP presenta rendimientos constantes a escala: $f(\lambda K, \lambda L, A) = \lambda f(K, L, A)$	
8. Nivel de acumulación óptima B : el que maximiza la función de utilidad neta.	8. El nivel de L está dado por una tasa exógena de crecimiento poblacional n : $L(t) = L_0 e^{nt}$.	
9. Senda de crecimiento.	9. El nivel de K está dado por la minimización de la diferencia entre la utilidad neta y B máxima.	

Fuente: elaboración propia.

¹⁷Esta implicación del modelo de Ramsey es reconstruida por Cass (1966) y permite a Barro y Sala-i-Martin derivar la ecuación de convergencia y su correspondiente parámetro β en el artículo de 1992.

COMPARACIÓN EPISTÉMICA DE LAS TEORÍAS DE CRECIMIENTO

Comparación epistémica entre el modelo de Solow y el de Romer

Se procede ahora a comparar primero las virtudes epistémicas sintácticas de los modelos de crecimiento de Solow y Romer. Para ello se denomina T_S a la teoría de crecimiento de Solow y T_R a la teoría de crecimiento de Romer.

Para medir las virtudes epistémicas sintácticas de T_S y T_R se mide el grado de *poder unificador* y de *exactitud de implicaciones* contenido en cada una de estas teorías¹⁸, a partir del índice de poder unificador UPI_T para cada una. Se tiene que la relación implicación/supuesto es de 4/7 en T_S y de 4/6 en T_R , se concluye entonces que $UPI_{TR} > UPI_{TS}$. En cuanto a la exactitud de implicaciones, es evidente que i_S^{-1} e i_S^2 coinciden con i_R^1 e i_R^2 , por lo que en este caso ambas teorías suman dos puntos en exactitud de implicaciones.

Ahora bien, en cuanto a la implicación acerca del nivel óptimo de acumulación se ve que i_S^3 es un caso especial de i_R^3 , en la medida en que esta última concibe tanto la posibilidad de que exista un único equilibrio en K^* (implicación en Solow), como la de múltiples equilibrios en K , es decir que $[[d]_{i3}]^{TS} \subseteq [[d]_{i3}]^{TR}$; luego, como los posibles patrones de acumulación restringidos por i_S^3 son más exactos que los posibles patrones de acumulación restringidos por i_R^3 , entonces, T_S suma un punto adicional en exactitud de implicaciones. Entre tanto, i_S^4 es también un caso especial de i_R^4 , ello porque en i_R^4 se puede presentar tanto la convergencia como la divergencia en el ingreso per cápita, lo que convierte a i_S^4 en una implicación más exacta que i_R^4 , una vez más T_S suma un punto adicional en exactitud de implicaciones. En resumen $GEI_{TS} = 4$ y $GEI_{TR} = 4$, sumando tanto los puntos de poder unificador como los puntos en exactitud de implicaciones se concluye que T_S posee más virtudes epistémicas sintácticas que T_R (ver Cuadro 4).

Se procede ahora a analizar la virtud epistémica semántica de las teorías de crecimiento de Solow y Romer basados en las implicaciones de cada teoría. Dado que i_S^1 es idéntica a i_R^1 , ambas teorías suman un punto en virtud semántica ($f_{iS} = +1$) \wedge ($f_{iR} = +1$); además tanto en i_S^2 como en i_R^2 se esgrime una ecuación acerca de la trayectoria de acumulación denotada

¹⁸La medición de poder unificador involucra la parsimonia y la generalidad de una teoría, mientras que la medición de la exactitud de implicaciones involucra el poder explicativo de una teoría.

por k^* , por lo que una vez mas ambas teorías suman un punto adicional ($f_{iS} = +1$) \wedge ($f_{iR} = +1$).

No obstante, existen diferencias en las implicaciones que tienen que ver con el comportamiento de la función de producción y con la existencia de un estado estacionario (convergencia). Mientras que según i_S^3 sólo son posibles los rendimientos constantes a escala, en i_R^3 existen posibilidades teóricas bajo las cuales se presentan rendimientos crecientes a escala y no se excluye la posibilidad de rendimientos constantes a escala. Lo anterior convierte a i_S^3 en un caso especial de i_R^3 , por lo que T_R suma un punto adicional en virtud epistémica semántica ($f_{iR} = +1$).

En cuanto a la implicación de convergencia, una vez más i_S^4 está contenida en i_R^4 , por lo que toda evidencia que respalde la implicación de convergencia sumará puntos de virtud semántica para ambas teorías. En adición a lo expuesto, existe alguna evidencia que sugiere la existencia de divergencia entre las economías del mundo o por lo menos entre algunos grupos de países (Mankiw, Romer y Weil, 1992; y Quah, 1993 y 1996). Este tipo de evidencia soportaría la parte b de i_R^4 , una vez mas T_R suma un punto adicional en virtud epistémica semántica ($f_{iR} = +1$). Se concluye que $\sum_{I^1T} f_i(i_S) < \sum_{I^2T} f_I(i_R)$, luego, $SV_{T_R} > SV_{T_S}$.

El Cuadro 4 resume los resultados del ejercicio anterior. Es evidente que T_S contiene más virtudes epistémicas sintácticas que T_R . Lo anterior se sustenta por una mayor exactitud de implicaciones contenida en la teoría de crecimiento de Solow en comparación con la teoría de Romer. Sin embargo, T_R posee más virtudes epistémicas semánticas que T_S , ello ocurre porque algunas de las implicaciones en T_S son casos especiales en T_R .

CUADRO 4.
COMPARACIÓN EPISTÉMICA DE LOS MODELOS DE SOLOW Y ROMER

Indicador	T_S	T_R
<i>UPI</i>	$\frac{4}{7}$	$\frac{4}{6}$
<i>GEI</i>	4	2
$sv \sum f_i(I_T) \dots \dots \dots I \leftrightarrow E \quad F[+1, 0, -1]$	2	4
Total de virtud sintáctica	$\frac{32}{7}$	$\frac{16}{6}$
Total de virtud semántica	2	4

Fuente: elaboración propia.

Comparación epistémica entre los modelos de Solow y Ramsey

Una vez más, para comparar las virtudes epistémicas sintácticas de los modelos de Solow y Ramsey se utilizan los conceptos de *índice de poder unificado* y *de exactitud de implicaciones*.

Llámesese T_{Ra} a la teoría de crecimiento de Ramsey y T_S a la teoría de crecimiento de Solow. Dado que la relación implicaciones/supuestos es de 4/7 en T_S y de 4/8 en T_{Ra} , entonces se puede concluir que $UPI_{TS} > UPI_{TRa}$. En cuanto a la exactitud de las implicaciones es evidente que i_S^1 tendría las mismas implicaciones que i_{Ra}^1 , a saber, que bajo condiciones de pleno empleo el rendimiento marginal de los factores iguala sus tasas de ganancias.

Por otra parte, i_S^2 es comparable con i_{Ra}^3 , en la medida en que ambas implicaciones predicen una trayectoria de acumulación; la única diferencia es que la primera revela el patrón de acumulación per cápita y la segunda el patrón de acumulación total, pero para efectos prácticos se considerará que son la misma implicación. Las implicaciones i_S^3 e i_{Ra}^2 establecen ambas un nivel de acumulación óptimo, por lo que no hay diferencias en su exactitud. Por último se tiene que tanto en i_{Ra}^4 como en i_S^4 se predice la convergencia entre las economías, luego, se concluye que $GEI_{TS} = GEI_{TRa}$, por lo cual se concederán 4 puntos a cada teoría. Si se suman tanto los puntos de poder unificador como de exactitud de implicaciones se concluye que T_S posee más virtudes epistémicas que T_{Ra} .

Comparando ahora las virtudes epistémicas semánticas de T_S y T_{Ra} , se evidencia que en ambas teorías se esgrime una implicación acerca de la tasa de remuneración de los factores (i_{Ra}^1 e i_S^1), por lo que se sumará un punto en virtud epistémica semántica para ambas teorías. Entre tanto i_S^2 es equivalente a i_{Ra}^3 en la medida en que ambas implicaciones describen la trayectoria de acumulación en la economía, por lo que nuevamente se otorgan dos puntos a cada teoría. En cuanto al nivel de equilibrio de K ambas teorías llegan a la conclusión de que únicamente es posible un nivel óptimo k^* y desarrollan una ecuación para este nivel de acumulación en i_S^3 e i_{Ra}^2 respectivamente. Por último, en ambas teorías se predice la convergencia entre las economías dados unos niveles iniciales de K/L , s y n , por lo tanto se adiciona un punto para cada una de ellas. En síntesis $SV_{TR} = SV_{TS}$.

El Cuadro 5 resume los resultados. Se concluye que la teoría de crecimiento de Solow posee más virtudes epistémicas sintácticas que la teoría de crecimiento de Ramsey, ello sustentado en su mayor poder unificador. Por otra parte, ambas teorías poseen igual virtud epistémica semántica dado que ambas contienen una implicación acerca de la trayectoria de acumulación

y ambas predicen convergencia.

CUADRO 5.

COMPARACIÓN EPISTÉMICA DE LOS MODELOS DE SOLOW Y RAMSEY

Indicador	T_S	T_R
UPI	$\frac{4}{7}$	$\frac{4}{8}$
GEI	4	4
$sv \sum f_i(I_T) \dots \dots \dots I \leftrightarrow E \quad F[+1, 0, -1]$	4	4
Total de virtud sintáctica	$\frac{32}{7}$	$\frac{36}{8} = \frac{31.5}{7}$
Total de virtud semántica	4	4

Fuente: elaboración propia.

Comparación epistémica entre el modelo de Romer y el modelo de Ramsey

Se comparan ahora las virtudes epistémicas de T_R con las de T_{Ra} . Debido a que la relación implicaciones/supuesto es de $\frac{4}{8}$ en T_{Ra} y de $\frac{4}{6}$ en T_R , se determina que $UPI_{T_R} > UPI_{T_{Ra}}$. En lo que respecta a la exactitud de implicaciones, se aprecia que $i_{Ra}^1 = i_R^1$, por lo que se suma un punto de exactitud de implicaciones para cada una de estas teorías.

Por otra parte, se puede afirmar que i_{Ra}^3 es comparable con i_R^2 , en cuanto ambas implican una trayectoria de acumulación (o condiciones de primer orden), nuevamente, ambas teorías suman un punto adicional en GEI . Existe una implicación de unicidad en el nivel óptimo de acumulación en Ramsey (i_{Ra}^4) la cual difiere de la implicación en Romer, la cual permite la existencia de varios equilibrios subóptimos (i_R^3); en esta oportunidad, dado que la implicación en Ramsey es más exacta que la implicación en Romer se anotará un punto de exactitud de implicaciones a T_{Ra} . La cuarta y última implicación de ambas teorías corresponde a la convergencia o no entre las economías y se deriva de la existencia o no de un único equilibrio (dado unos niveles iniciales de n , depreciación y K/L). Como en T_R es posible la existencia de varios equilibrios, entonces es posible que las economías no converjan; mientras que en Ramsey el único resultado posible es la convergencia. En consecuencia, a Ramsey se le suma un punto adicional en exactitud de implicaciones.

Se procede ahora a comparar las virtudes epistémicas semánticas entre la teoría de crecimiento de Romer y la teoría de crecimiento de Ramsey. Es evidente que ambas tienen un implicación acerca del retorno de los factores de producción (i_R^1 e i_{Ra}^1) y de la ecuación que describe la trayectoria de acumulación (i_R^2 e i_{Ra}^3), por lo que se sumarán 2 puntos para cada una.

Ahora bien, mientras que en i_{Ra}^2 sólo se puede crecer hasta llegar a un c máximo, en i_R^3 existe la posibilidad de crecer por siempre (rendimientos crecientes a escala), de decrecer (rendimientos decrecientes a escala) y de crecer hasta llegar a un máximo (rendimientos constantes a escala). Como en i_R^3 no se excluye la posibilidad de rendimientos constantes a escala, entonces se dirá una vez mas que i_{Ra}^2 es un caso especial en i_R^3 , luego T_R suma un punto adicional en virtud semántica ($f_{iR} = +1$).

Por último i_{Ra}^4 es un caso especial en i_R^4 , en la medida en que esta última concibe dentro de sus posibilidades teoréticas tanto la convergencia como la divergencia. Nuevamente, T_R suma un punto adicional en virtud epistémica semántica ($f_{iR} = +1$) y se concluye que $SV_{T_R} > SV_{T_{Ra}}$.

Los resultados se resumen en el Cuadro 6; se evidencia una mayor virtud sintáctica en la teoría de crecimiento de Ramsey que en la teoría de crecimiento de Romer, ello explicado por la mayor exactitud de implicaciones en T_{Ra} . En cuanto a virtudes epistémicas semánticas, éstas son más abundantes en la teoría de crecimiento de Romer que en las teorías de crecimiento de Solow y Ramsey, ello por las posibilidades teoréticas que genera el supuesto de externalidades en el capital.

Si se consideran los tres resultados, se concluye que la teoría de crecimiento de Solow es la que posee más virtudes epistémicas sintácticas entre las tres teorías de crecimiento que aquí se comparan.¹⁹ Esto se explica porque posee más exactitud de implicaciones que la teoría de crecimiento de Romer y mayor poder unificador que la teoría de crecimiento de Ramsey.

Por otra parte, la teoría de crecimiento que posee más virtud epistémica semántica es la teoría de crecimiento de Romer ya que al poseer más posibilidades teoréticas convierte a las implicaciones de Solow y Ramsey en casos particulares. Estos resultados serán contrastados mas adelante con un ejercicio bibliométrico, de manera que se pueda diseñar un esquema de preferencia teórica entre los economistas.

¹⁹En este estudio sólo se comparan artículos fundacionales, y no las correspondientes extensiones, aprovechando en este sentido la estructura modular de las teorías (Salazar y Cendales, 2007). Comparar las extensiones implicaría un sesgo en la medición de los respectivos índices.

CUADRO 6.
COMPARACIÓN EPISTÉMICA DE LOS MODELSO DE ROMER Y RAMSEY

Indicador	T_S	T_R
<i>UPI</i>	$\frac{4}{6}$	$\frac{4}{8}$
<i>GEI</i>	2	4
$sv \sum f_i(I_T) \dots \dots \dots I \leftrightarrow E \quad F[+1, 0, -1]$	4	2
Total de virtud sintáctica	$\frac{16}{6}$	$\frac{36}{8} = \frac{27}{6}$
Total de virtud semántica	2	4

Fuente: elaboración propia.

UNA APROXIMACIÓN A LA INFLUENCIA INTELLECTUAL DE LAS TRES TEORÍAS DE CRECIMIENTO ANALIZADAS

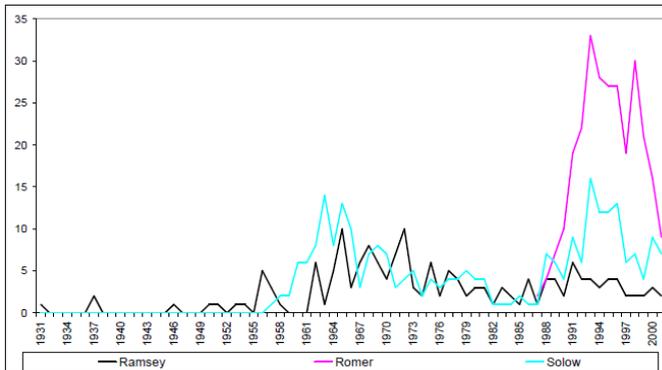
Como elemento de interpretación de la influencia que los documentos estudiados han tenido sobre la profesión de los economistas se realiza un breve análisis de la presencia de estos textos en las referencias utilizadas por todos los artículos publicados en las revistas de la base de datos Jstor.

Aunque no se trata de un análisis cuantitativo en el sentido estricto del término, permite formarse una idea del grado de influencia intelectual que han tenido los artículos clave analizados en el presente trabajo²⁰.

En la Gráfica 1 se contrasta el número de citas que ha recibido cada uno de los documentos. Es importante tener presente que la base Jstor disponible para esta investigación tiene un importante rezago frente a los artículos publicados más recientemente y por tal razón, decrece el número de referencias de todos los documentos a partir del año 2000.

²⁰Completos estudios cuantitativos a la producción intelectual en economía incluyen: Kalitizidakis *et al.* (2001), Lubrano *et al.* (2003) y Kodzicky y Yu (2005). Un inventario de la producción intelectual reciente en economía se encuentra en Kim *et al.* (2006). Una aproximación latinoamericana se encuentra en Edwards (2003).

GRAFICA 1. CITACIONES DE LOS ARTÍCULOS

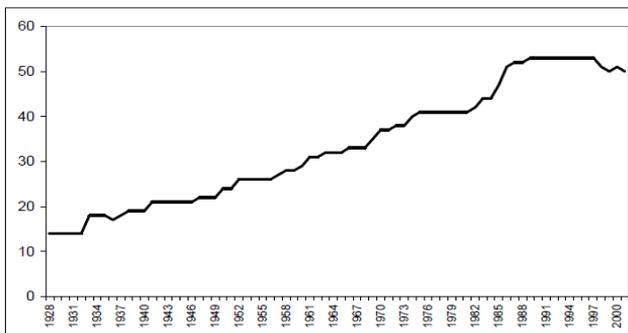


Fuente: elaboración propia con base en la información Jstor.

En la gráfica se aprecia que las referencias al documento pionero de Ramsey (1928) fueron muy escasas antes de los años cincuenta y que el interés aumenta posterior a la aparición del artículo de Solow (1956), este auge se reduce durante los años ochenta para las dos teorías y aumenta de nuevo con la publicación de Romer (1986).

Durante los años noventa el auge en las referencias es espectacular, especialmente en el caso del artículo de Romer, sin embargo, estos aumentos así como el descenso marcado a finales de los años noventa deben ser vistos con cautela, puesto que pueden estar influenciados por el número total de revistas que se asocian en la base Jstor, por tal razón se presenta este indicador en la Gráfica 2.

GRAFICO 2. REVISTAS DE ECONOMÍA EN LA BASE JSTOR



Fuente: elaboración propia con base en la información de Jstor.

Como se puede inferir del gráfico 2, el descenso en el número de referencias a los artículos de Solow y de Romer durante los años setenta es auténtico, ya que el número de revistas no descendió, todo lo contrario, ha mantenido un incremento sostenido a lo largo del período estudiado.

Ahora bien, el incremento de los años noventa es definitivamente inusual, puesto que durante dicho período no se incrementan las revistas. Obsérvese que durante los años noventa las referencias al artículo de Solow son incluso mayores que en los años sesenta, ésta es la influencia que se podría adjudicar al mayor número de revistas²¹, pero el número de referencias al artículo de Romer es abrumadoramente superior, lo que claramente representa la preferencia de los economistas por dicho trabajo y la menor atención brindada a los artículos de competencia perfecta.

Este patrón de preferencia permite deducir que para los economistas que trabajan en el tema de crecimiento y que publican su trabajo en las revistas asociadas en la base de datos Jstor, es más importante la virtud semántica de la teoría, ya que como se mencionó en la sección 4, es en dicho terreno donde se presenta la superioridad del modelo de Romer.

Coincidiendo también con lo apreciado en la sección 4, Solow y Ramsey presentan un nivel de citación similar, con alguna ventaja para el primero, el cual como ya se había apreciado, cuenta con un mayor poder unificador.

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha seguido la estrategia de análisis propuesta por Moscati (2006) para detectar las preferencias epistémicas de los economistas cuando eligen entre dos teorías alternativas.

Se ha realizado un análisis a nivel sintáctico y semántico para los artículos fundacionales de tres teorías de crecimiento, consideradas representativas de este campo de estudio.

El análisis de tipo sintáctico ha revelado que las teorías de Solow y de Ramsey tienen mayores virtudes epistémicas sintácticas que la teoría de Romer, mientras que esta última tiene mayores virtudes desde el punto de vista epistémico semántico.

Una revisión bibliométrica preliminar ha permitido apreciar que la presencia del trabajo de Romer como referencia en la producción intelectual de la profesión, es ampliamente superior que la presencia de Solow y de Ramsey.

²¹También puede ser explicado por el aumento del interés en el tema que se desató con la publicación de la teoría de Romer (Temple, 1999).

Puede inferirse entonces que es la relación entre implicaciones y evidencia, la que determina el patrón de elección que están siguiendo los economistas en análisis del crecimiento, y que esto explicaría el fuerte sesgo hacia el trabajo empírico que se aprecia en la investigación sobre el problema del crecimiento.

En este caso la hipótesis de Moscatti que predica “mayor virtud semántica sin pérdida de sistematicidad”, no se comprueba, por el contrario, se percibe un patrón de elección que prioriza la virtud epistémica semántica, aunque esto implique menor virtud epistémica sintáctica.

Si bien en el presente trabajo se han obtenido resultados plausibles, un estudio más ambicioso de elección teórica debería profundizar en las selecciones de los economistas cuando se enfrentan a dos teorías de diferentes paradigmas²². Pese a ello, la comparación de tres modelos de crecimiento neoclásicos no resulta desacertada si se tiene en cuenta que la teoría neoclásica estableció las herramientas heurísticas para la creación de discursos alternativos (Salazar y Cendales, 2007); y que los economistas tienden a concentrar sus esfuerzos en dicha agenda de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agenor, P. R. (2000). *The economics of adjustment and growth*. Londres: Academic Press.
- Barro, R. J. y Sala-i-Martin, X. (1992). Convergence. *Journal of Political Economy*, 100(2), 223-251.
- Cass, D. (1966). Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation: A turnpike theorem. *Econometrica*, 34(4), 833-850.
- Edwards, S. (2003). Latin American and U.S. Universities: A Forty Years Analysis. *Cuadernos de Economía*, 40(121), 399-412.
- Friedman, M. (1967). *La metodología de la economía positiva, Ensayos sobre economía positiva*. Madrid: Gredos.
- Gallardo, A. (2004). Historia del pensamiento económico y progreso de la ciencia económica. Una perspectiva pluralista. *Cuadernos de Economía*, 23(41), 11-48.
- Hahn, F. y Hollis, M. (1986). *Filosofía y teoría económica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Harrod, R. (1939). An Essay in Dynamic Theory. *Economic Journal*, 49, 14-33.
- Hicks, J. (1937). Mr Keynes and the classics: A suggested interpretation. *Econometrica*, 5(2), 147-159.

²²En ese caso una comparación teórica meritoria debería considerar, entre otros, al modelo de Thirwall y otras posibilidades de corte heterodoxo.

- Kalaitzidakis, P., Mamuneas, T. y Stengos, T. (2001). Rankings of Academic Journals and Institutions in Economics. *Journal of the European Economic Association*, 1(6), 1346-1366.
- Kim, H., Morse, A. y L. Zingales (2006). *What has mattered to economics since 1970?* (NBER Working Paper Series 12526). Cambridge, MA: NBER.
- Kodrzycki, Y. y Yu, P. (2005). *New approaches to ranking economics journals* (Working Papers Series 12). Boston: Federal Reserve Bank of Boston.
- Koopmans, T. (1976). *Tres ensayos sobre el estado de la ciencia económica*. Barcelona: Antoni Bosch Editor.
- Lawson, T. (1994). Why are so many economists so opposed to methodology?. *Journal of Economic Methodology*, 1(1), 105-133.
- Leamer, E. (1998). *Questions, Theory and Data, Foundations of Research: How do Economists do Economics?*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Lubrano, M., Bauwens, L., Kirman, A. y Protopopescu, C. (2003). *Ranking Economics Departments in Europe: A Statistical Approach* (CORE Discussion Paper 50). Lovaina: Université Catholique de Louvain.
- Mankiw, G., Romer, D. y D. Weil (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437.
- Moscatti, I. (2006). *Epistemic Virtues and Theory Choice in Economics* (Discussion Paper Series 79, Centre for Philosophy of Natural and Social Science). Londres: London School of Economics.
- Moscatti, I. (2007). History of Consumer Demand Theory 1871 - 1971: A Neo-Kantian Rational Reconstruction. *European Journal of the History of Economic Thought*, 14, 119-156.
- Quah, D. (1993). Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis. *Scandinavian Journal of Economics*, 95(4), 427-443.
- Quah, D. (1996). Twin Peaks: Growth and Convergence in Models of Distribution Dynamics. *Economic Journal*, 110(4), 1127-1170.
- Ramsey, F. (1928). A Mathematical Theory of Saving. *Economic Journal*, 38, 543-559.
- Romer, P. (1986). Increasing Returns and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037.
- Salazar, B. y Cendales, A. (2007). Koopmans: estructura modular y estrategias ganadoras en la teoría económica. *Cuadernos de Economía*, 26(46), 23-49.
- Shi, Y. (2001). *The Economics of Scientific Knowledge: Rational Choice Institutional theory of science*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Temple, J. (1999). The New Growth Evidence. *Journal of Economic Literature*, 37(1), 112-156.

ANEXO A

$\dot{R} = 0$ Cuando:

$$sF\left(\frac{K}{L_0e^{nt}}, 1\right) - nR = 0$$

Despejando de la anterior ecuación a R se obtiene $R^* = \frac{sF\left(\frac{K}{L}, 1\right)}{n}$

ANEXO B

Para derivar $M = \frac{B - \{U(C_t) - V(L_t)\}}{F(K, L) - C}$ se aplica la regla del cociente, si $f = \frac{a}{b}$ entonces $f' = \frac{a'b - b'a}{b^2}$. En este caso $a = B - \{U(C_t) - V(L_t)\}$ y $b = F(K, L) - C$, derivando esta función se obtiene:

$$M' = \frac{a'b - ba'}{b^2} = \frac{-u(c_t) \bullet (F(K, L) - C) - (-B - \{U(C_t) - V(L_t)\})}{[F(K, L) - C]^2}$$

Separando el cociente se tiene:

$$M' = -\frac{u(c)}{F(K, L) - C} + \frac{B - U(C_t) + V(L_t)}{[F(K, L) - C]^2}$$