
EL ENFOQUE DE RECURSOS HUMANOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA FUERZA DE TRABAJO, LA EDUCACIÓN Y LA DISTRIBUCIÓN DE LOS INGRESOS

HÉCTOR CORREA
Universidad de Pittsburg

I. INTRODUCCIÓN

EL OBJETIVO de este trabajo es presentar un punto de vista sistemático sobre el enfoque de los recursos humanos para la planificación de la fuerza de trabajo y de la educación y extenderlo para incluir la planificación de la distribución de los ingresos.

La base conceptual del enfoque de recursos humanos para la planificación de la fuerza de trabajo y de la educación, es la hipótesis en la cual se relaciona la educación de la fuerza de trabajo con la producción. Esta hipótesis se presenta en la sección II, junto con algunas observaciones sobre su verificación estadística. Su utilización en el enfoque de la fuerza de trabajo para la planificación educativa se presenta en las siguientes secciones.

La sección III se refiere a la base conceptual de dicho enfoque, mientras en las secciones IV y V se presentan algunas aplicaciones de esta base conceptual, primero con y después sin el supuesto de productividad constante de la fuerza de trabajo. En la sección VI, el enfoque de planificación de la educación y de la fuerza de trabajo se hace extensivo para incluir la planificación de la distribución de los ingresos.

II. BASES CONCEPTUALES DEL MODELO PARA LA ADAPTACIÓN DE LA EDUCACIÓN A LAS NECESIDADES DEL DESARROLLO ECONÓMICO

Uno de los postulados fundamentales de la economía de la educación y de los recursos humanos, es que el nivel de educación de la fuerza de trabajo contribuye a la determinación de su productividad.

Una forma de presentar esta hipótesis de manera operacional se establece en la siguiente fórmula:

$$Y = F(K, L_1, L_2, \dots, L_n) \quad (1)$$

donde Y expresa el valor o la cantidad de producción; K denota el valor de los bienes de capital utilizados; y L_i ($i = 1, \dots, n$) el número de trabajadores ocupados con nivel educativo i . Cualquier número de niveles o tipos de educación pueden ser considerados en la fórmula (1) numerándolos de 1 a n , donde n es cualquier entero requerido; $f(\)$ expresa una función por especificarse.

En la fórmula (1), no se especifica el significado preciso de Y . En las aplicaciones de la relación, Y puede ser, por ejemplo, el *PNB* o el *PIB*, total o por ramas de actividad económica. También se puede utilizar la producción de una o varias empresas. Sería claro que los factores de producción K y L_i en la fórmula (1) deben especificarse de acuerdo con la definición de Y que se utilice.

En la función (1) no se hace ningún supuesto con respecto a la complementariedad y sustituibilidad entre capital y trabajo calificado, entre los diferentes niveles de calificación de la fuerza de trabajo. La complementariedad o la sustituibilidad pueden utilizarse si se observan en una situación específica.

En resumen, la hipótesis básica de la planificación de los recursos humanos en la función (1), permite un alto grado de flexibilidad, tanto para la verificación estadística de la hipótesis como para su aplicación a un análisis científico extenso, o para la planificación.

La función (1) se utiliza como punto de partida para especificar la demanda de trabajadores con distinto nivel de educación. Cuando se complementa este análisis de la demanda de mano de obra calificada con otro de oferta de trabajadores calificados, también es posible especificar los salarios de los trabajadores y su ingreso. Esos resultados constituyen la base para planificar la adaptación del sistema educativo a las necesidades económicas.

Para especificar la demanda de trabajadores con distintos niveles de educación, se supone que un empresario maximiza las ganancias derivadas de los procesos de producción. Es decir, maximiza:

$$P = Y - rk - w_1L_1 - w_2L_2 - \dots - w_nL_n \quad (2)$$

donde P denota las ganancias; r la renta del capital; w_i ($i = 1, \dots, n$) los sueldos o salarios de los trabajadores con nivel educativo i . Los otros símbolos ya fueron definidos.

De las ecuaciones (1) y (2), por diferenciación se pueden obtener las siguientes condiciones necesarias para la maximización de P :

$$\begin{aligned} f_k &= r \\ f_{L_i} &= w_i \quad (i = 1, \dots, n) \end{aligned} \quad (3)$$

donde f_k expresa la derivada parcial de la función $f(\)$ en (1) con respecto a k ; y f_{L_i} expresa la derivada parcial de la misma función con

respecto a L_i . El sistema de ecuaciones (3) se interpreta en el sentido de que, en condiciones de competencia perfecta, las condiciones necesarias para la maximización de los beneficios del empresario son la igualdad entre la productividad marginal de los factores de la producción y sus precios.

Se supone que en condiciones normales la función de producción $f(\)$ en (1) es tal, que también se satisfacen las condiciones suficientes para su maximización.

Si se supone también que la función de producción (1) es homogénea de primer grado, es posible escribir:

$$Y = rk + w_1L_1 + w_2L_2 + \dots + w_nL_n \quad (4)$$

Esto significa que si los factores de producción reciben pagos iguales a su productividad marginal, el valor de los bienes producidos es igual al valor pagado por los factores de producción. Esta interrelación se interpreta en el sentido de que la productividad marginal de los factores de producción expresa su contribución a la producción. Esta interpretación tiene una gran importancia para la economía de la educación y para planificar la adaptación de la educación a las necesidades de la economía.

Si se establece, como en la teoría económica, que los valores de r y de w_i son conocidos, la expresión (3) constituye un sistema de $n + 1$ ecuaciones y $n + 1$ incógnitas, o sean K y L_i ($i = 1, \dots, n$). En principio es posible resolver este sistema y obtener los valores de las incógnitas L_i en términos de K y w_i . Esto puede expresarse de la siguiente manera:

$$L_i = g'_i(K, w_1, w_2, \dots, w_n) \quad i = 1, \dots, n \quad (5)$$

donde g'_i ($i = 1, \dots, n$) denota las funciones obtenidas de (3).

Por último, si se utiliza de nuevo la función de producción (1), K puede eliminarse del sistema (5) y obtenerse un sistema en el cual las cantidades de trabajadores requeridos, o sea L_i son funciones de las variables Y y w_i . Estas funciones se denotarán mediante las siguientes expresiones:

$$L_i = g'_i(Y, w_1, w_2, \dots, w_n) \quad i = 1, \dots, n \quad (6)$$

Las funciones (6) expresan la demanda de trabajadores con nivel educativo i como dependientes de la cantidad de bienes producidos y de los salarios de todos los trabajadores con distintos niveles educativos. El uso de esta función en el enfoque de recursos humanos para la planificación educativa se explica más adelante.

Hasta ahora, la demanda de trabajadores con diferentes niveles de educación ha sido considerada sólo bajo el supuesto de que los salarios que reciben son conocidos, y que no pueden ser afectados por los empresarios. Otro aspecto por considerar es la oferta de trabajo con diferentes niveles de educación.

Este estudio puede iniciarse con un análisis de la conducta racional. Sin embargo, para el análisis presente es suficiente con indicar la conclusión básica: que la oferta de trabajo puede expresarse como una función de los salarios que recibirán los trabajadores. Al utilizar esta conclusión como punto de partida, la oferta de trabajadores con nivel educativo i puede expresarse como sigue:

$$O_i = h(w_i) \quad i = 1, \dots, h \quad (7)$$

donde O_i expresa el número de trabajadores con nivel educativo i que ofrecen sus servicios; y $h(\)$ expresa la función de oferta.

La conclusión importante que puede obtenerse es que, si se supone que la oferta y la demanda de trabajadores con nivel educativo i en el mercado son iguales, o sea que:

$$O_i = L_i \quad i = 1, \dots, n \quad (8)$$

se tiene entonces un sistema de n ecuaciones en las cuales los valores w_i constituyen n incógnitas. Es decir, el sistema (8) proporciona las condiciones necesarias para la determinación de los valores de las variables w_i .

Los resultados presentados antes, que en conjunto constituyen una hipótesis de la interacción entre los sistemas educativo y económico, se utilizan más adelante como base de las metodologías para planificar la fuerza de trabajo y para la adaptación del sistema educativo a las necesidades económicas, con y sin planificación explícita de la distribución de los ingresos.

Se han hecho numerosos intentos utilizando técnicas estadísticas para verificar el modelo descrito. Un estudio crítico aparece en Correa,¹ en el cual también se presenta un modelo econométrico en el que se utiliza de manera explícita esta hipótesis.

Las metodologías para la planificación de la fuerza de trabajo y de la educación se han clasificado en dos grupos principales, según los componentes del modelo anterior que se consideren prioritarios. Conforme al criterio de la tasa de beneficio, en el modelo se hace hincapié sobre el lado de la oferta. En este sentido, el análisis de las características de los salarios se utiliza como base para las decisiones de inversión en educación que podrían influir sobre el número de trabajadores por nivel educativo. Por otro lado, en el enfoque de recursos humanos para la planificación de la fuerza de trabajo y de la educación se hace hincapié en la demanda, o sea en la relación entre el número de trabajadores con nivel educativo i , (L_i), y el volumen de producción Y , sin considerar de manera explícita los salarios.

¹ H. Correa, "An Econometric Model of Supply, Demand and Wages of Educated Workers", en G. Judge y T. Takayama (Comps.), *Studies in Economic Planning Over Space and Time*, Amsterdam, North Holland, 1973.

III. EL ENFOQUE DE RECURSOS HUMANOS PARA LA PLANIFICACIÓN EDUCATIVA: BASES CONCEPTUALES

El enfoque de los recursos humanos para la planificación de la educación considera como punto de partida la hipótesis de que se requieren trabajadores con distinto nivel educativo para la producción.

Las ecuaciones (6) a (8) se utilizan para establecer relaciones bien definidas entre número de trabajadores por nivel de educación, o sea, L_i , y volumen de producción Y .

La función (6) expresa el número de trabajadores con nivel educativo i , es decir, L_i ($i = 1, \dots, n$), como una función de la producción total Y y los salarios w_i ($i = 1, \dots, n$). Las ecuaciones (7) expresan la oferta de trabajadores con nivel educativo i , o sea O_i ($i = 1, \dots, n$), como una función de w_i . Por último, las ecuaciones (8) establecen las condiciones de igualdad entre oferta y demanda del mercado que permiten la especificación de los valores de w_i .

El objeto del enfoque de recursos humanos para la planificación educativa es especificar los valores que deben tener los L_i para producir Y . Se supone que el sistema educativo estará capacitado para "producir" el número requerido de trabajadores. En otras palabras, se supone que la oferta de trabajo calificado será de tal magnitud como para satisfacer las necesidades de la demanda *cualquiera que sea el nivel de salarios* w_i . Las funciones (7) se eliminan y la identidad en (8) resulta como una identidad de planificación para todos los valores que adquieran los w_i .

Por otro lado, debe observarse que si las ecuaciones (7) y (8) son eliminadas, el único camino para establecer una relación entre L_i e Y utilizando la ecuación (6), es establecer las condiciones suficientes para determinar los valores de w_i . En las secciones siguientes se presentan tres caminos alternativos para hacer esto, los cuales permiten identificar los siguientes modelos: *a*) el modelo basado en el supuesto de productividad constante (sección IV); *b*) el modelo basado en el supuesto de productividad variable del factor trabajo (sección V); *c*) el modelo para la integración de los recursos humanos y la planificación de la distribución del ingreso (sección VI).

Una limitación que se presenta, más en la aplicación práctica que en la teoría utilizada como base para la estimación de la estructura educativa de la fuerza del trabajo requerida, es que usualmente las funciones de demanda de trabajo con diferentes niveles de educación en (6), se calculan utilizando datos que describen la situación que se registra en el tiempo, sin verificar si se satisfacen las condiciones de equilibrio en las ecuaciones (8). La consecuencia de este defecto es que los cálculos de los requerimientos de trabajo indican que las cantidades necesarias para mantener las condiciones actuales, podrían representar en realidad una sub o sobre oferta de trabajadores calificados.

El enfoque de recursos humanos para la educación, además de utilizar

las relaciones descritas antes para calcular el número de trabajadores L_i , necesarios para obtener un volumen Y de producción establecido como meta, implica otras diversas etapas. A continuación se describen brevemente las etapas que se mantienen sin cambio en relación al enfoque utilizado para relacionar las L_i con Y :

a) Se especifican las metas de producción Y . Se observará que en algunos casos también deben especificarse las metas para la fuerza de trabajo total que debe emplearse, o sea L ;

b) Al utilizar la relación aceptada entre los L_i e Y (y L si el método seguido lo hace necesario), se calcula el número de trabajadores con diferentes niveles de educación requeridos para alcanzar las metas de producción (y de empleo) del inciso a). Los detalles de esta etapa se presentan en las secciones siguientes, por lo cual no se analizan aquí.

c) A continuación se considera el hecho de que el número de trabajadores L_i proviene de un grupo de personas de la población con el mismo nivel de educación. Para hacer esto, la siguiente etapa consiste en calcular el número de personas H^i de la población con nivel educativo i , necesarias para garantizar una oferta de trabajo L_i . Estos cálculos pueden hacerse mediante la fórmula:

$$H^i = L_i/p_i \quad (9)$$

donde p_i expresa la tasa de participación en la fuerza de trabajo de las personas con nivel educativo i .

d) El sistema escolar debe preparar personas con nivel educativo i para alcanzar los valores H_t^i (el subíndice t expresa la fecha), donde en el año $t-1$, ya existen H_{t-1}^i personas, de las cuales sobreviven σH_{t-1}^i (σ es la tasa de sobrevivencia). Esto significa que el sistema escolar debe producir un número de personas con nivel educativo i igual a:

$$E_t^i = H_t^i - H_{t-1}^i \quad (10)$$

donde E_t^i expresa el número de personas que terminan su educación al nivel i durante el período $t-1$ y t ;

e) Al utilizar como punto de partida los valores E_t^i , tasas de promoción, tasas de repetición, etc., es posible calcular el número de estudiantes en el nivel i que el sistema escolar debe mantener para preparar E_t^i personas con nivel educativo i . Estas E_t^i se requieren para tener en la población H_t^i personas con nivel educativo i , de las cuales L_{it} participarán en la fuerza de trabajo. Se requiere este volumen de personas para producir la cantidad de bienes y servicios Y . Una vez especificado el número de estudiantes, pueden estimarse el número de profesores, salones, etc., así como los recursos financieros requeridos. Con esto se especifican las características que debe tener el sistema educativo para alcanzar las metas de producción y productividad previamente determinadas.

En este punto debe observarse que si están sesgados los cálculos de la estructura educativa requerida de la fuerza de trabajo basados en la ecuación (6), también estarían sesgadas las características del sistema escolar.

IV. EL ENFOQUE DE RECURSOS HUMANOS PARA LA PLANIFICACIÓN EDUCATIVA CON PRODUCTIVIDAD CONSTANTE DE LA FUERZA DE TRABAJO

El supuesto de productividad constante de la fuerza de trabajo con nivel educativo i , junto con el supuesto de que el salario de los trabajadores es igual a su contribución marginal a la producción, conduce a la conclusión de que los w_i son constantes.

De acuerdo con la ecuación (3):

$$Y'_{L_i} = f_{L_i} = w_i \quad i = 1, \dots, n \quad (11)$$

donde Y_{L_i} es la derivada de la producción total con respecto a L_i . De la observación anterior acerca de la constancia de los w_i se sigue que $Y''_{L_i} = 0$, es decir, se puede concluir que los L_i son funciones lineales de Y . Es importante observar que éste es el supuesto utilizado antes por Correa y Tinbergen.² Las observaciones anteriores muestran que tal supuesto constituye la base conceptual lógicamente aceptable. El problema básico con este modelo es que la especificación del número de trabajadores con diferentes niveles de educación requeridos, bajo el supuesto de productividad constante, no es en particular de interés. Esto se debe a que las condiciones económicas mejoran cuando la disponibilidad de bienes y servicios por persona aumenta, y tal vez el camino más común para obtener esto es a través de una productividad más elevada por trabajador. Las modificaciones del enfoque de recursos humanos para la planificación de la educación con productividad variable se presenta en la sección V.

V. EL ENFOQUE DE RECURSOS HUMANOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA EDUCACIÓN CON PRODUCTIVIDAD VARIABLE DE LA FUERZA DE TRABAJO

1. Bases conceptuales

Como ya se observó, la ecuación (6) constituye la base del enfoque de recursos humanos para la planificación de la educación. Para utilizar esta ecuación sin el supuesto de productividad constante, o sea con salarios constantes, se necesita algún camino alternativo para especificar los valores de w_i y utilizar esto como una base para establecer una relación entre Y y los L_i ($i = 1, \dots, n$). Aquí se supondrá que:

² H. Correa y J. Tinbergen, "Quantitative Adaptation of Education to Accelerated Growth", *Kyklos*, 15, 1962.

$$w_i = g_i\left(\frac{Y}{L}\right) \quad i = 1, \dots, n \quad (12)$$

o sea, los salarios reales de los trabajadores con nivel educativo i son una función de la producción media por trabajador. Aun cuando sería muy útil conocer en detalle las características de la función g_i en (12), conceptualmente esto es innecesario. Es suficiente con reemplazar la función (12) en la ecuación (6) para obtener las funciones:

$$L_i = f_i(Y, L) \quad i = 1, \dots, n \quad (13)$$

mediante estas ecuaciones se resuelve el problema del cálculo de los valores L_i , con cambios en los salarios, como se determinó con las funciones (12) y, en consecuencia, con productividad variable.

En la referencia³ se presenta un procedimiento para evaluar los parámetros de una forma particular de la ecuación (13), en donde los L_i se determinan de tal modo que su suma es igual a la L utilizada como variable exógena. En esta referencia también se muestra que el método proporciona cálculos sustancialmente más exactos que por ejemplo los de Cornelisse,⁴ Layard y Saigal⁵ y los de la *OECD*,⁶ en los cuales se utilizan supuestos similares a los de la ecuación (12).

VI. INTEGRACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS Y DE LA DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO

1. Introducción

En esta sección se presenta un método para integrar los aspectos educativos de la planificación de los recursos humanos con la distribución de los ingresos. Este método se basa en los principios presentados en la sección II.

En la sección VI-2 se describen los fundamentos conceptuales del método en términos simplificados. El mismo método se presenta en la sección VI-3 con una aplicación al caso de México.

³ H. Correa y K. Leonardson, "An Empirical Test of Different Methods for Estimating the Educational Structure of the Labor Force Required to Achieve Educational Targets", en H. Correa (Comp.), *Analytical Models in Educational Planning and Administration*, Nueva York, David McKay, 1975.

⁴ P. A. Cornelisse, "The Educational Structure of the Labor Force. A Statistical Analysis", Rotterdam, Netherland Institute, 1966 (Mimeo.).

⁵ P. R. G. Layard y J. C. Siagal, "Educational and Occupational Characteristics of Manpower; The International Comparison", *British Journal of Industrial Relations*, 4, 1966.

⁶ O.E.C.D., *Occupational and Educational Structures of the Labor Force and Levels of Economic Development*, París, OECD, 1970.

2. *Bases conceptuales para la integración de los recursos humanos y la planificación de la distribución del ingreso*

El método que se utiliza a continuación en términos resumidos consiste en maximizar el volumen de producción mediante la elección apropiada de la estructura educativa de la fuerza de trabajo, o sea el número de trabajadores L_i , ($i = 1, \dots, n$), con nivel educativo i y los salarios w_i que recibirán estos trabajadores. La elección de los L_i y w_i debe hacerse en tal forma que, primero, se reduzca la desigualdad en la distribución del ingreso entre los diferentes niveles de educación y, segundo, que los gastos efectuados no excedan los recursos disponibles.

La primera etapa en la presentación del método consiste en describir el vínculo establecido entre los cuatro componentes mencionados, o sea: a) producción; b) trabajadores calificados y salarios; c) distribución del ingreso; y d) recursos.

El vínculo entre los componentes a) a c) se establece utilizando el esquema conceptual presentado en la sección II de la siguiente manera:

Se supone conocida la función de producción en la que se establece un vínculo entre la producción y los insumos. Debe hacerse hincapié en que los L_i ($i = 1, \dots, n$) se incluyen entre los argumentos de la función de producción.

El supuesto de que los empresarios maximizan sus ganancias, como se muestra en la sección II, se puede utilizar para establecer los vínculos entre las cantidades de trabajadores con nivel educativo i , o sea los L_i demandados, y la tasa de salarios w_i .

Cualquier índice de desigualdad en la distribución del ingreso —denotado aquí mediante T — puede ser considerado simplemente como una función:

$$T = T(L_1, \dots, L_n, w_1, \dots, w_n) \quad (14)$$

En consecuencia, al especificar digamos $T < \bar{T}$, donde \bar{T} es un valor de T exógenamente determinado, resulta una restricción adecuada para la maximización del valor de la producción.

Debe observarse que la restricción (14) reemplaza a las ecuaciones (11) o (12) utilizadas antes para especificar los valores de los w_i . Sin embargo, dado que sólo se utiliza la ecuación (14) para resolver la función de las n ecuaciones en (11) o (12), el problema no está especificado del todo. Lo anterior permite la especificación completa y es requerido también para la optimización.

Por último, los trabajadores con nivel educativo i son “producidos” en el sistema educativo conforme se describió en la sección III. Este hecho obliga a considerar dos conjuntos adicionales de restricciones: primero, las impuestas por la estructura del sistema educativo y, segundo, las relacionadas con los costos de la educación y las limitaciones de recursos.

El problema descrito con anterioridad, o sea el de la maximización de la producción sujeta a las restricciones determinadas por las funciones de demanda de trabajo, las condiciones de la desigualdad en la distribución del ingreso, y las características y costos de la educación, es muy simple tanto conceptual como matemáticamente.

Para aplicarlo a una situación concreta, es necesario primero dar una forma más específica a la función producción y al índice de distribución del ingreso, así como calcular los parámetros involucrados. Segundo, el modelo de optimización por utilizarse debe establecerse explícitamente y resolverse. Esto se expondrá en la sección siguiente.

3. *Un modelo no lineal*

Con objeto de permitir el cálculo del modelo descrito en la sección VI-2, se presentará una forma concreta para cada uno de sus componentes. Al mismo tiempo, se generaliza el modelo. No sólo se considerará la determinación de la estructura educativa óptima de la fuerza de trabajo, sino también la asignación óptima de los recursos entre el capital físico y el capital humano definido aquí como educación. Para simplificar su presentación, se utiliza un cambio en la nomenclatura, misma que se explica a continuación.

i) *Función de producción.* Se utilizará una función de producción lineal homogénea que se define como sigue:

$$Y = Q (X)^{1/2} \quad (15)$$

$$\text{en donde } Q (X) = [X]' [A] [X] \quad (16)$$

en donde $[x]$ es un vector de dimensión 5 con $x_1 =$ valor del capital físico (K); $x_2 =$ número de trabajadores sin educación (L_1); $x_3 =$ número de trabajadores con educación elemental (L_2); $x_4 =$ número de trabajadores con educación preparatoria (L_3); $x_5 =$ número de trabajadores con educación universitaria (L_4) y; $[A] =$ matriz simétrica.

Para que sea aceptable como función de producción la función en (16) debe satisfacer las siguientes condiciones:

$$\frac{\partial Y}{\partial x_i} = \frac{1}{Y} \sum_j a_{ij} x_j = R_i > 0 \quad (17)$$

o sea, que la primera derivada de la función en (15) debe ser positiva. Esta derivada se denotará R_i , el producto marginal de x_i , el cual en condiciones de competencia perfecta es igual a las ganancias por unidad de insumo.

La segunda condición es que el hessiano de la función (15) sea negativo y definido, o sea:

$$H = \left[\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} \right] \quad (18)$$

donde:

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} = \frac{a_{ij}}{Y} - \frac{[a_{im}]' [X] [a_{jn}] [X]}{Y^3} \quad (19)$$

con a_{ij} = a la componente del renglón i , columna j , de la matriz $[A]$; a_{im} = el i -ésimo renglón de la matriz $[A]$.

Además de las dos propiedades mencionadas con anterioridad más adelante se considera el hecho de que:

$$\frac{1}{\sigma_{ij}} = \frac{a_{ij}}{R_i R_j} - 1 \quad (20)$$

donde σ_{ij} es la elasticidad de sustitución entre los factores i y j ; y asimismo que:

$$Y = \sum_i R_i X_i \quad (21)$$

Se escogió la función (15) debido a que es una de las más fáciles de manejar, dado que combina homogeneidad de grado 1 con elasticidades de sustitución variables.

Debido a la carencia de datos, no se intenta hacer ningún cálculo de los parámetros de la función (15), mediante técnicas estadísticas convencionales. El procedimiento usado se basó en la información del cuadro 1.

Cuadro 1

MÉXICO: DATOS UTILIZADOS PARA CALCULAR LOS PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN Y EL COEFICIENTE DE DESIGUALDAD DE THEIL, 1970

	Valor	Beneficios	Ingreso total
Capital	6.663785 ^{a/}	21.0599 ^{b/}	140.33865 ^{c/}
Trabajadores sin educación	3.4979 ^{d/}	6.25117 ^{e/}	21.86596 ^{c/}
Trabajadores con educación elemental	7.8059 ^{d/}	11.02489 ^{e/}	86.05919 ^{c/}
Trabajadores con educación media	1.2785 ^{d/}	23.71049 ^{e/}	30.31386 ^{c/}
Trabajadores con educación universitaria	0.4122 ^{d/}	50.10332 ^{e/}	20.65259 ^{c/}
Propietarios del capital	0.3170 ^{d/}	442.70868 ^{e/}	140.33865 ^{c/}

FUENTE: Valor del capital, de la participación del capital y del producto nacional bruto del cuadro 4; trabajadores por nivel educativo: tabulación especial del Censo General de Población, 1970.

a En 10¹¹ pesos de 1960.

b Ganancias por 10⁻² pesos de capital.

c En 10⁹ pesos de 1960.

d En 10⁶ trabajadores.

e Salarios por 10³ trabajadores.

La matriz [A] se calculó mediante métodos de prueba y error con los supuestos de que las seis ecuaciones en (15) y (17) se satisfacen con exactitud; que la sustituibilidad de trabajadores con distintos niveles de educación disminuye con la distancia entre los niveles (por ejemplo, la sustituibilidad de trabajadores sin educación y con educación elemental es más elevada que entre trabajadores sin educación y aquellos con educación preparatoria) y, por último; que el hessiano en (18) es negativo definido. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2

MATRIZ A(I, J.) DE FORMA CUADRÁTICA EN LA FUNCIÓN PRODUCCIÓN

- 42.28920	329.96999	542.96999	583.25000	1 080.32001
329.96999	- 349.95055	70.71064	158.72394	345.30360
542.96999	70.71064	- 152.05861	284.91625	625.29646
583.25000	158.72394	284.91625	- 99.41922	1 353.34357
1 080.32001	345.30360	625.29646	1 353.34357	- 75.18709

ii) El índice de desigualdad de Theil. Con base en la aplicación numérica del método utilizado en la sección VI-2, más adelante se describe la restricción relativa a la desigualdad del ingreso incorporada con el coeficiente de Theil (Theil⁷). La razón principal para utilizar este coeficiente es la particular facilidad para su manejo.

La definición del coeficiente —adaptada para el problema considerado— es:

$$T = \sum_{i=1}^5 y_i \log \frac{y_i}{Z_i} \quad (22)$$

donde

$$Z_i = \frac{L_i}{\sum_{h=1}^5 L_h}$$

$$y_i = \frac{I_i L_i}{\sum_{h=1}^5 I_h L_h}$$

y L_i = número de propietarios del capital para $i = 0$, y trabajadores con diferentes niveles de educación como ya se definieron, para $i = 1, \dots, 4$; I_i = ingreso medio de las personas en el grupo de ingresos i , $i = 1, 5$.

Con las definiciones anteriores puede observarse que:

$$I_1 = \frac{R_1 X_1}{L_0}$$

y que:

⁷ H. Theil, *Economics and Information Theory*, Amsterdam, North Holland, 1967.

$$L_{i-1} = X_1$$

$$I_i = R_i \text{ para } i = 2, \dots, 5$$

Para los cálculos siguientes, la fórmula (22) puede transformarse en:

$$T = \left(\frac{\sum_h I_h L_{h-1} \log I_h / \sum_h I_h L_{h-1}}{\sum_h L_{h-1}} \right) + \log \left(\frac{\sum_h L_{h-1}}{\sum_h I_h L_{h-1}} \right) - \log \left(\frac{\sum_h I_h L_{h-1}}{\sum_h L_{h-1}} \right) \quad (23)$$

Es útil recordar que el valor de T es cero para una distribución uniforme del ingreso, y que aumenta con la desigualdad. El valor obtenido para el coeficiente T con los datos del cuadro 1 es de 1.16.

En el análisis que se presenta más adelante, se consideró el impacto de 11 valores alternativos de T sobre las variables del modelo. Estos valores tienen un recorrido que varía desde $T = 1.16$, que es valor actual, hasta $T = 0.580$, o sea 50% del valor actual. Los otros valores se obtienen al reducir los valores actuales en 5, 10, 15%, etcétera.

iii) Restricciones de recursos. Como se describió antes, se incorporan en el modelo tres tipos de restricciones de recursos, los cuales se analizan a continuación.

El primer tipo de restricciones se refieren, por un lado, al total de recursos financieros disponibles y, por otro, al tamaño total de la fuerza de trabajo más los propietarios del capital.

La primera de las restricciones mencionadas antes —en el ejemplo siguiente— adopta la forma:

$$100 K_1 + 0.6719 L_3 + 1.9862 L_4 + 4.6851 L_5 \leq 1078.964 \quad (24)$$

donde el total del término derecho de la desigualdad es el valor calculado en 10^9 pesos (de 1960) de capital físico y humano que tendrá México en 1980. Este valor corresponde al conjunto de tres componentes: a) el valor del capital físico en 1970 (666.3785×10^9) aumentado al 4% por año, o sea la tasa observada entre 1960 y 1970; b) el valor acumulado de gastos en educación durante 10 años (82.845×10^9); c) el valor actual del capital humano (9.716×10^9) calculado bajo el supuesto de que el valor de reemplazo de una persona por ejemplo con educación preparatoria, es igual al costo, en 1970, de formar un estudiante con dicho nivel educativo. En este último cálculo se consideró el hecho de que no todas las personas con educación forman parte de la fuerza de trabajo.

El coeficiente de capital en la ecuación (24) es 100, dado que X_1 se expresa en 10^{11} pesos mientras los *r. h. s.* de la ecuación, así como todos los otros valores se expresa en 10^9 pesos. En los coeficientes de X_1 ($i = 3$ a 5) se consideran dos factores. El primero es el costo de educar a una persona más allá de los niveles elemental, preparatorio y universitario, y

el segundo es el hecho de que no todas las personas con educación participan en la fuerza de trabajo.

La segunda restricción del tipo que se ha analizado, se relaciona con el volumen total de la fuerza de trabajo más los propietarios del capital y, en términos simples, adopta la siguiente forma:

$$\sum_{i=0}^4 L_i \leq 17.8895 \quad (25)$$

El lado derecho de esta restricción se calculó suponiendo que la fuerza de trabajo actual más los propietarios del capital aumentan a una tasa anual del 3 por ciento.

El segundo tipo de restricciones se refiere a los valores mínimos aceptables que pueden adoptar las variables X_i y L_{i-1} ($i = 2, \dots, 5$), mientras el tercer tipo se refiere a los valores máximo aceptables que estas variables pueden registrar.

Respecto a estos dos tipos de restricciones, se puede observar que: a) parecen razonables para evaluación dado que los cambios extremos en el tamaño de X_1 y L_1 no parecen factibles. Por ejemplo, no es posible depreciar todo el capital físico existente, o dar educación a todos los trabajadores que carecen de ella; b) las fronteras reales de tales restricciones deben reflejar el grado de flexibilidad de la economía en estudio. Las modificaciones de las fronteras superior e inferior de las restricciones proporcionarán una estimación del impacto sobre la producción y la distribución del ingreso de dicho grado de flexibilidad; c) los valores dados para las fronteras superior e inferior de las restricciones consideradas pueden ser, en alguna medida, arbitrarios.

Cuadro 3

LÍMITES INFERIOR Y SUPERIOR SUPUESTOS PARA EL CAPITAL HUMANO Y EL CAPITAL FÍSICO

Tasa de cambio		Límite inferior		Límite superior	
		0.99(2) ^{a/} (1)	Actual (2)	1.05(2) ^{a/} (3)	1.10(2) ^{a/} (4)
Capital X_1		6.0266	6.6638	10.8546	17.2842
Propietario del capital	P_1	0.2867	0.317	0.5167	0.8222
Trabajadores sin educación	P_2	3.1634	3.4979	5.6977	9.0727
Trabajadores con educación elemental	P_3	7.0595	7.8059	12.7150	20.2465
Trabajadores con educación media	P_4	1.1565	1.2785	2.0825	3.3161
Trabajadores con educación universitaria	P_5	0.3728	0.4122	0.6714	1.0691

^a Valores anuales. Los resultados del cuadro son para cambios acumulados en 10 años. Para las unidades de medida véase el cuadro 1.

En el análisis que se hace más adelante se utilizan cuatro conjuntos de valores de las fronteras mencionadas. Éstos se obtienen suponiendo que los valores actuales cambian conforme a tres tasas diferentes de crecimiento (véase el cuadro 3). Con estas fronteras se consideran cuatro casos: a) con fronteras en las columnas 2 y 3 del cuadro 3, el cual se denota como el caso *A* (1.0; 1.05); al utilizar esta notación, los otros casos son el *B* (0.99; 1.05); el caso *C* (1.0; 1.05) y el caso *D* (0.99; 1.05). El carácter restrictivo de las fronteras disminuye de los casos *A* al *D*.

En resumen, puede decirse que el problema que se enfrenta es el de maximizar la producción total como se especificó en la ecuación (21) sujeta a las restricciones de la productividad marginal especificadas en (17), a las restricciones de la distribución del ingreso caracterizado por fronteras para el índice conforme a la función (23), a las restricciones de los recursos financieros establecidos en (24), a las restricciones de la fuerza de trabajo y propietarios del capital señalados en (25), y, por último, a las restricciones especificadas por los valores máximo y mínimo de los X_i y de las L_i . Debe observarse que, para simplificar, las únicas restricciones que se refieren a la educación de la fuerza de trabajo son las que corresponden a los recursos financieros y a los valores máximos y mínimos para las L_i .

4. Aspectos de cómputo

El análisis presentado de hecho se ha convertido en un problema de optimización no lineal. Los procedimientos matemáticos para resolver este tipo de problemas son bien conocidos. Sin embargo, los métodos de cálculo disponibles no son en particular eficientes y, en muchos casos, se basan en la linearización de las funciones involucradas.

Si se considera que la utilidad de los modelos depende de la factibilidad de calcularse y que, tal vez, el camino más apropiado para considerar el problema es suponer que las opciones de quienes toman las decisiones están limitadas por las modificaciones marginales de las condiciones actuales, se decidió linearizar el modelo mediante el uso de diferenciales. Conforme a esta linearización, se utilizaron como punto de partida los valores de los datos para 1970. Con esto, el problema se convierte en uno de programación lineal. Las incógnitas en el problema deberán ser diferenciales de las variables. Se utilizaron transformaciones aritméticas adicionales para evitar la restricción de que todos los incrementos de las variables hubieran sido cero o positivos, como sería el caso con los procedimientos delineados antes.

Dado que los diferenciales de las funciones involucradas representan sólo aproximaciones, antes de comentar los resultados obtenidos es útil presentar algunas estimaciones de los errores en que se incurre. Estos cálculos se presentan en el cuadro 4, en el cual puede observarse que existen tres modos alternativos de estimar el valor Y de la producción: a) con una

Cuadro 4

COMPARACIÓN DE LOS VALORES DEL PRODUCTO NACIONAL BRUTO Y DE LOS COEFICIENTES DE THEIL OBTENIDOS CON DIFERENTES MÉTODOS

	Casos			
	A(1.00-1.05)	B(0.99-1.05)	C(1.00-1.10)	D(0.99-1.10)
<u>Producto nacional bruto</u>				
Función objetivo				
Valor (1)	453.27	454.87	483.40	486.09
% (2)	100.0	100.00	100.00	100.00
Utilizando X_i en la función 15a/				
Valor (3)	451.02	452.17	478.50	479.58
% (4)=(3)/(1)	99.50	99.41	98.99	98.66
Utilizando X_i en la función 21a/				
Valor (5)	446.34	446.60	465.86	466.90
% (6)=(5)/(1)	98.47	98.18	96.37	96.06
<u>Coefficientes de Theil</u>				
Conforme a las restricciones de maximización				
Valor (7)	1.16	1.16	0.9718	1.0124
% (8)	100.00	100.00	100.00	100.00
Utilizando las X_i y R_i				
Valor (9)	1.1118	1.1248	0.9897	1.0342
% (10)=(9)/(7)	95.84	96.97	101.84	102.15

función objetivo linealizada en el problema de optimización; b) mediante la sustitución de X_i y L_i ($i = 1, \dots, 4$), obtenidos en el problema de programación lineal, en la función (15); c) utilizar los R_i , X_i y L_i obtenidos en el problema de programación lineal y reemplazarlos en la función (21). Las cifras del cuadro 4 muestran que los valores de Y obtenidos mediante estos tres métodos difieren cuando mucho en un 4%, o sea con un margen de error aceptable. Un error de magnitud similar resulta con respecto al coeficiente de desigualdad de Theil.

5. Análisis de resultados

Como se observó, para estudiar la interacción entre producción, fuerza de trabajo y distribución del ingreso, se obtuvieron soluciones del modelo ya descrito con 11 valores alternativos del coeficiente de desigualdad de Theil, y cuatro fronteras máximo-mínimo X_i y L_i ($i = 1, \dots, 4$). Estos cuatro conjuntos de límites caracterizan la adaptabilidad de la economía que se analiza. Con esto pueden definirse 44 casos alternativos. Los 44 valores óptimos de la producción total se presentan en el cuadro 5. El análisis de este cuadro sugiere las siguientes conclusiones:

a) Al considerar uno a uno los cuatro casos alternativos de flexibilidad, resulta que los cambios en la distribución del ingreso tienen un impacto

Cuadro 5

VALORES DEL PRODUCTO NACIONAL BRUTO PARA DIFERENTES VALORES DEL COEFICIENTE DE DESIGUALDAD DE THEIL, EN CUATRO CASOS CONSIDERADOS EN EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Coeficientes de Theil	Casos			
	A(1.00-1.05)	B(0.99-1.05)	C(1.00-1.10)	D(0.99-1.10)
1.16	453.27	454.87	466.27	471.97
1.102	452.87	454.47	471.77	477.47
1.044	452.47	453.97	477.27	483.07
0.986	451.97	453.57	482.77	488.67
0.928	451.57	453.17	483.87	485.37
0.870	440.27	442.57	483.37	484.97
0.812	428.97	431.17	481.97	484.57
0.754	417.57	419.87	482.57	484.07
0.696	-	408.47	482.07	483.67
0.638	-	-	481.67	483.27
0.580	-	-	481.27	482.77

reducido sobre la producción total. Sin embargo, el reforzamiento de cambios de gran magnitud en la distribución del ingreso parece conducir a una reducción aguda de Y como sugieren los casos A y B en el cuadro 5.

b) Al parecer, flexibilidad y distribución del ingreso son interdependientes. Con una flexibilidad reducida (casos A y B), no se registran cambios en la distribución del ingreso para valores elevados de Y . Lo contrario es verdadero para flexibilidad elevada (casos C y D). En el caso D , con la flexibilidad más elevada de las que se consideraron en el análisis, una reducción del 15% en el coeficiente de Theil genera la Y más elevada.

Los valores de todas las variables del modelo, determinado sin alguna restricción en el ingreso, se presentan en el cuadro 6. Estas cifras muestran que para optimizar Y :

a) el capital físico debe incrementarse a una tasa ligeramente mayor que la del capital total (el capital físico más el humano). Por otro lado, tanto el capital físico como el humano deben aumentar a tasas más elevadas que la de la fuerza de trabajo en conjunto, la cual incluye personas con capital humano nulo: trabajadores sin educación y propietarios del capital;

b) la proporción de propietarios del capital respecto a la fuerza de trabajo total debe tender a disminuir, particularmente en los casos de flexibilidad elevada y;

c) en ningún caso debe permitirse que aumente el número de trabajadores sin educación, pero deben aumentarse todos los tipos de fuerza de trabajo educada y las tasas más elevadas de incremento deben corresponder a los niveles más elevados de educación. Incrementos elevados de fuerza de trabajo con educación elemental solamente son permisibles en los casos

**VALORES DE LAS VARIABLES PARA EL PRODUCTO NACIONAL BRUTO EN LOS CUATRO CASOS CONSIDERADOS
EN EL ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD**

	1970		Caso A (1.00 - 1.05)			Caso B (0.99 - 1.05)			Caso C (1.00 - 1.10)			Caso D (0.99 - 1.10)		
	Valor (1)	% (2)	Valor (3)	(4)=(3)/(1)	% (5)	Valor (6)	(7)=(6)/(1)	% (8)	Valor (9)	(10)=(9)/(1)	% (11)	Valor (12)	(13)=(12)/(1)	% (14)
Coefficiente de Theil	1.16		1.16			1.16	100.00		0.97184	84.78		1.0124	87.27	
Producto nacional bruto	99.23		453.27	151.47		454.87	152.01		483.4	161.55		486.07	162.44	
Capital físico	6.6638	98.56	10.638	159.64	98.59	10.636	159.61	98.57	10.602	159.10	98.26	10.599	159.05	98.23
Capital total	6.7609	100.00	10.790	159.59	100.00	10.790	159.50	100.00	10.790	159.59	100.00	10.790	159.59	100.00
Trabajadores sin edu- cación	3.4979	26.28	3.4979	100.00	19.55	3.1634	90.44	17.68	3.4979	100.00	19.55	3.1634	90.44	17.68
Trabajadores con edu- cación elemental	7.8059	58.64	11.2800	144.51	63.05	11.6170	148.82	64.94	9.6894	124.13	54.16	10.0540	128.60	56.20
Trabajadores con edu- cación media	1.2785	9.60	2.0825	162.89	11.64	2.0825	162.89	11.64	3.3161	259.37	18.54	3.3161	259.37	18.54
Trabajadores con edu- cación universita- ria	0.4122	3.10	0.6714	162.89	3.75	0.6714	162.89	3.75	1.0691	259.36	5.93	1.0691	259.36	5.98
Proprietarios del ca- pital	0.3170	2.38	0.3574	112.74	2.00	0.3548	111.92	1.98	0.3170	100.00	1.77	0.2887	90.44	1.60
Total	13.3115	100.00	17.8895	134.39	100.00	17.8895	134.39	100.00	17.8895	134.39	100.00	17.8895	134.39	100.00
Salarios trabajado- res sin educación	6.25117	27.80	8.9597	143.33	35.36	9.3948	150.29	36.95	9.0118	144.16	33.35	9.4469	151.12	34.77
Salarios trabajado- res con educación elemental	11.02489	49.04	12.1000	109.76	47.75	11.7870	106.91	46.36	13.7100	124.35	50.73	13.3720	121.29	49.21
Salarios trabajado- res con educación media	23.71049	105.48	23.4620	98.95	92.60	23.4760	99.01	92.33	20.8200	87.81	77.05	20.8360	87.88	76.69
Salarios trabajado- res con educación universitaria	50.10332	222.89	49.500	98.80	159.36	49.5460	98.89	194.86	46.3590	92.53	171.56	46.4120	92.63	170.82
Ingresos de los pro- prietarios del ca- pital	442.70870	1969.43	549.5800	124.14	2169.06	57.4900	125.93	2192.55	76.9600	130.32	2135.20	643.7400	145.41	2360.24
Ingreso medio	22.47906	100.00	25.3372	112.71	100.00	25.4266	113.11	100.00	27.0214	120.21	100.00	27.1707	120.87	100.00
Ganancia por unidad física de capital	21.05990	100.00	18.464	87.67		18.5970	88.31		17.2510	81.91		17.413	82.63	

de baja flexibilidad, mientras que los incrementos elevados de fuerza de trabajo con educación preparatoria y universitaria deben corresponder a los casos de elevada flexibilidad.

Las conclusiones siguientes, relacionadas con las ya mencionadas son válidas con respecto a las ganancias de los factores de producción:

a) las ganancias por unidad de capital físico deben tender a disminuir, mientras que las ganancias por persona de la fuerza de trabajo deben tender a aumentar;

b) el ingreso medio de los propietarios del capital y el de los trabajadores tienden a aumentar. La tasa de crecimiento del ingreso de los primeros es mayor en los casos en que existe una flexibilidad reducida, mientras lo contrario es válido en los casos *C* y *B*, con flexibilidad elevada. Los salarios de los trabajadores sin educación o con sólo educación elemental —en particular los primeros— probablemente tienden a aumentar en comparación con su nivel de 1970, mientras los de los trabajadores con educación preparatoria y universitaria —de manera principal los primeros— probablemente tienden a disminuir.

6. *Algunas extensiones posibles del modelo*

El modelo presentado es quizá demasiado simple para propósitos prácticos.

En este trabajo no se hace ningún intento por describir lo que podrían llamarse extensiones triviales del mismo. Éstas incluyen desagregaciones de la economía en sectores industriales y de la fuerza de trabajo con niveles adicionales de educación, o ambas cosas.

Una extensión que también es conceptual y matemáticamente trivial, pero más interesante desde el punto de vista de la planificación, es restringir los cambios en la distribución del ingreso a aquellos que puedan mejorar el bienestar de la población. Esto se puede hacer con base de las ideas presentadas por Atkinson.⁸

VII. CONCLUSIONES

Se espera que este artículo contribuya a esclarecer las bases metodológicas y conceptuales del enfoque de recursos humanos para la planificación de la educación y la distribución de los ingresos.

Lo anterior es posible en la medida que se le dé la atención correspondiente al papel que juegan los salarios en las funciones de demanda y de oferta de trabajo. Este hecho sugiere otra posibilidad, que es la de integrar

⁸ A. B. Atkinson, "On the Measurement of Inequality", en A. B. Atkinson (Comp.). *Wealth, Income and Inequality*, Baltimore, Penguin Books, 1973.

los enfoques de recursos humanos y de la tasa de ganancias a la planificación de la fuerza de trabajo y de la educación, dado que el último enfoque hace hincapié en la importancia de los beneficios monetarios, y se concede poca o ninguna atención a los acervos de capital y al número de trabajadores. Como consecuencia, el análisis presentado cubre parte de la brecha.

Para terminar con la tarea de eliminar la brecha, deben conciliarse de alguna manera las diferencias con respecto a: *a)* el tratamiento del tiempo y; *b)* los principales factores del proceso.

El enfoque de recursos humanos, tal como se ha presentado aquí, se basa en un modelo estático, mientras el enfoque de la tasa de ganancias considera la optimización en el tiempo. Además, el enfoque de recursos humanos hace hincapié en los aspectos de la demanda de fuerza de trabajo y en sus efectos sobre la educación de la fuerza de trabajo, mientras el enfoque de la tasa de ganancias hace hincapié sobre la oferta de fuerza de trabajo con educación. Estas observaciones señalan áreas de investigaciones futuras.