

# EL DESARROLLO DE Recursos Humanos y la Planificación Educativa\*

Por Dr. Miguel ECHENIQUE\*\*

El desarrollo de los recursos humanos constituye un factor indispensable para sostener el desarrollo económico de Puerto Rico. Un grupo trabajador debidamente educado y entrenado es necesario para implementar los planes sociales y económicos ya elaborados o en proceso de formulación. Una estrategia de desarrollo que supone el pareo de la fuerza trabajadora con empleos, depende de la utilización de cada trabajador de acuerdo con su entrenamiento y habilidad. La planificación de los recursos humanos debe realizarse simultáneamente con la planificación económica. Ambos tipos de planificación requieren, para llevarse a cabo efectivamente, información completa, detallada y reciente sobre los requisitos y las fuentes de los recursos humanos del país y sobre su sistema educativo.

---

\* Ponencia presentada en la Conferencia sobre Planificación Educativa auspiciada por el Departamento de Instrucción Pública del Estado Libre Asociado de Puerto Rico y la Escuela Graduada de Planificación de la Universidad de Puerto Rico en San Juan, Puerto Rico, del 10-14 de julio de 1967.

\*\* Director, Negociado de Análisis Social y Económico, Junta de Planificación de Puerto Rico.

Las proyecciones de recursos humanos son de utilidad para la planificación educativa, puesto que permite aproximar el número de personas con diferente nivel educativo (primaria, secundaria, superior) que han de adiestrarse con las diversas formas que asume la instrucción pública para los estudiantes en un mismo grupo de edad —sea vocacional o general.

Suponiendo que haya y pueda utilizarse un método “óptimo” de adiestramiento que pueda proveerse a todos los trabajadores que necesitan una ocupación, se contaría con una solución adecuada desde el punto de vista de la planificación educativa. Pero también hay que estudiar el problema desde el punto de vista de política pública. Pudiera ser que en términos de política social convenga permitir el acceso a cualquier ocupación por cualquier persona entrenada en cierta forma específica, exceptuando las ocupaciones relacionadas con la seguridad y la salud pública, para mantener el principio de que toda persona tiene el derecho y la libertad de escoger su profesión con la mayor flexibilidad posible.

En este sentido quiero enfatizar que reconozco que la educación tiene múltiples valores —además del económico. Un trabajador bien educado se beneficia también de la riqueza cultural, de una vida satisfactoria como ciudadano responsable y de otras ventajas sociales intangibles.

A continuación presentaré un modelo económico que ilustra la estructura de la economía y de la producción industrial en Puerto Rico. Discutiré el empleo total que necesita la economía para mantener cierto ritmo de crecimiento de la productividad. Después presentaré algunos aspectos del programa de investigación de Recursos Humanos del Negociado de Asuntos Económicos y Sociales de la Junta de Planificación de Puerto Rico, el cual elabora los estimados de empleo para cada una de las ocupaciones que componen la estructura industrial. La responsabilidad principal de este programa es desarrollar una matriz ocupacional-industrial. Finalmente, discutiré un modelo de población y educación, el cual proyecta los egresados del sistema de instrucción pública por nivel educativo y permite estudiar las discrepancias entre la demanda y la oferta de recursos humanos educados y adiestrados.

### 1. El modelo de desarrollo económico de Puerto Rico

El primer paso para determinar la demanda por recursos humanos consiste en proyectar hacia el futuro la estructura económica del país. Esto es, es necesario calcular la producción aproximada de cada una de las industrias. Cada industria tiene una estructura ocupacional peculiar.

Por ejemplo, la estructura ocupacional de la industria de seguros que emplea un gran número de trabajadores oficinescos, vendedores y otros empleados de cuello blanco es diferente de la industria de la construcción que tiene una concentración de empleados de cuello azul —carpinteros, electricistas, obreros, etc. Por consiguiente, un cambio drástico en el empleo de la industria de la construcción tendrá un efecto marcado en la demanda por trabajadores de cuello azul. Asimismo, si el empleo en la industria de seguros cambia considerablemente, la demanda por ocupaciones de cuello blanco se afectará significativamente. Por esta razón, el cálculo del empleo futuro en las industrias individuales es uno de los pasos principales para calcular la demanda por trabajadores por ocupaciones.

La metodología tradicional utilizada para proyectar la producción industrial puede resumirse en la siguiente forma:

Primero, se aproxima el valor agregado de la demanda final, o sea, el consumo total más la inversión total, se proyecta de acuerdo con algún criterio basado en la tasa de crecimiento pasada o modificando la misma según otros elementos de juicio disponibles.

Segundo, con esta proyección del consumo e inversión total se proyecta la estructura de la economía por sectores usando una tabla de insumo-producto.

Pero en Puerto Rico y en algunos otros países se usa otro método. La diferencia en metodología se debe a los problemas que presenta la estrategia del desarrollo económico que se persigue.

Puerto Rico es un ejemplo típico de una economía donde el sector de exportación es la fuerza motriz del desarrollo económico. De hecho, las exportaciones pueden considerarse la variable exógena en el crecimiento del desarrollo económico. El desarrollo industrial de Puerto Rico se basa en una promoción industrial orientada hacia la exportación.

La labor del planificador económico es calcular o medir el impacto que puede tener el crecimiento de las industrias de exportación sobre la estructura y los sectores industriales dentro del sistema económico. Cuando una nueva fábrica se localiza en Puerto Rico o una fábrica existente amplía su producción ocurre una serie de efectos simultáneos que puede clasificarse del tipo multiplicador o acelerador.

a) Efectos multiplicadores debido a aumentos en ingresos causados por empleos adicionales, o a salarios más altos, o a una combinación de ambos.

b) Efectos multiplicadores inter-industriales debido a que las fábricas nuevas aumentan la demanda por bienes y servicios producidos en Puerto Rico. Por ejemplo, el incremento en el consumo del cemento o la electricidad induce a la producción de materia prima adicional.

c) Efectos aceleradores por la demanda adicional que induce a los manufactureros de bienes y servicios en Puerto Rico a ampliar su capacidad, como por ejemplo, la expansión de la inversión fija en la producción de electricidad y la construcción de edificios industriales, casas, etc.

Puede verse que el impacto que tiene el establecimiento de una nueva industria en el sistema económico de Puerto Rico es inducir una cadena de reacciones interdependientes e interrelacionadas. Calcular los efectos finales de esta cadena de reacciones en un sistema económico es extremadamente laborioso y toma tiempo, pero este cálculo tiene implicaciones importantes para cualquier política pública que el gobierno decida implementar.

Por consiguiente, es sumamente importante diseñar una metodología eficiente para calcular los efectos de distintas políticas económicas y de diferentes supuestos sobre tecnología y otras variables exógenas. La Junta de Planificación de Puerto Rico ha elaborado un modelo socio-económico que permite calcular los efectos de diversas políticas públicas y de diferentes supuestos sobre variables exógenas. Este modelo puede usarse para calcular proyecciones consistentes sobre las cuentas nacionales y la producción por sector económico.

El Modelo de Desarrollo Económico que usa la Junta de Planificación de Puerto Rico para calcular la producción y la estructura industrial de la economía puertorriqueña es una modificación del Modelo de Insumo-Producto creado por el Profesor Wassily W. Leontief de la Universidad de Harvard. Este modelo de desarrollo a largo plazo incluye 11 sectores de producción y contiene 51 ecuaciones matemáticas. Trece de las ecuaciones describen el flujo de bienes y servicios entre sectores, 12 describen la distribución de los factores de la producción y de los impuestos. De las restantes, 13 son estocásticas porque pueden indicar la propensión al gasto y otras relaciones cambiantes y 13 son definitorias.

Según vamos operando el modelo, las calculaciones proveen un mecanismo importante para el análisis cuantitativo. Así, cuando se desea determinar el efecto que pudiera tener un aumento en exportaciones, se analiza el producto sectorial directo e indirecto, que se obtiene resolviendo el sistema de ecuaciones simultáneas.

Utilizando este procedimiento, por ejemplo, se encuentra que un aumento de \$1.00 en las exportaciones de bienes manufacturados implica un aumento de \$.19 en el producto bruto del sector de negocios, \$.54 en el producto bruto de la manufactura, \$.08 en la industria de la construcción y \$.90 en la importación de bienes y servicios. Así que actualmente se puede determinar, mediante el modelo, el valor que tienen los multipli-

cadores de las variables exógenas sobre cada una de las variables endógenas de la economía.

Las soluciones de estas variables, junto con la determinación de sus interrelaciones básicas, han sido desarrolladas con un alto grado de precisión, lo cual permite evaluar y analizar los efectos probables de diferentes políticas económicas sobre la economía. Por ejemplo, el modelo ha permitido estudiar los efectos sobre la economía de los cambios en la propensión al ahorro, los efectos de una política específica de sustitución de importaciones, el impacto de un cambio en la composición de la inversión, etc.

El uso del modelo y la ayuda de los computadores electrónicos, ha hecho posible considerar políticas alternas que en el pasado había que ignorar por el tiempo que tomaba calcular una serie consistente de proyecciones económicas. El desarrollo de este modelo y de los cambios en enfoque que exige tomó tiempo. Sin embargo, la experiencia adquirida permitirá hacer cambios futuros con mayor rapidez y consistencia.

El modelo descrito permite calcular más adecuadamente la demanda por recursos humanos. Al respecto, actualmente se trabaja en la expansión del modelo económico. Uno de los cambios más importante es la ampliación de la tabla de insumo-producto de 11 a 90 sectores. Una matriz de 90 sectores, permite determinar el funcionamiento de la economía con mucha más precisión.

En resumen, el Modelo de Desarrollo Económico permite hacer proyecciones calculables de la producción total. Después se desarrollarán los requerimientos de empleo por industria mediante una serie de estudios para cada industria, los cuales proveerán información sobre las tendencias en productividad. Este aspecto es de especial relevancia en el caso de Puerto Rico debido al rápido incremento de la productividad, causado por dos factores. Primero, las innovaciones tecnológicas introducidas en las diferentes industrias. Segundo, la sustitución de industrias de intensivo-empleo por industrias de intensivo-capital. El resultado ha sido que en Puerto Rico los aumentos en producción son mayores que los aumentos en empleo. Esta es una tendencia clara que amerita estudio cuidadoso en el futuro.

### **La Matriz Ocupación-Industria**

Los resultados de la labor realizada con el modelo económico preliminar (11 sectores) se presentó en la publicación, "Plan General de Des-

arrollo" (1965-1975).<sup>1</sup> La perspectiva económica es de un continuo desarrollo general, conducente a una disminución en la tasa de desempleo, particularmente entre los trabajadores más jóvenes. Pero, como se indicó en un reciente informe económico,<sup>2</sup> existen varias tendencias divergentes en la economía puertorriqueña que afectan la composición ocupacional y el crecimiento industrial. Por ejemplo, la agricultura está declinando y esta tendencia va acompañada por una disminución de la demanda por empleos agrícolas. Aunque el empleo manufacturero continúa su tendencia ascendente, está disminuyendo el empleo de mujeres que trabajan en el hogar y en industrias de intensivo empleo como las que trabajan de operadoras en la industria de la ropa. Al mismo tiempo, las industrias de servicios y el sector gobierno está aumentando como lo está el comercio, la transportación y la construcción.

Está aumentando el empleo de cuello blanco (profesionales, personal oficinesco, vendedores y otras) para las cuales generalmente se requiere niveles más altos de instrucción, adiestramiento y educación —actualmente una tercera parte del grupo trabajador puertorriqueño es de cuello blanco— y quienes se concentran principalmente en aquellas industrias que están creciendo o tienen mayor potencial de crecimiento.

La Junta de Planificación estudia continuamente el desarrollo de los recursos humanos de Puerto Rico a través del sistema de instrucción pública y de otros programas dedicados a proveer servicios de mejorar la salud y las condiciones residenciales. Al respecto, se desarrolla un programa de investigación sobre Recursos Humanos que proveerá proyecciones para guiar la política pública en la planificación educativa y de recursos humanos. Las perspectivas y tendencias que afectan el desarrollo de los recursos humanos son indispensables para reducir su subutilización y ampliar su capacitación. En el pasado, tales proyecciones se limitaban a grandes grupos industriales y raras veces se proyectaba el empleo para unas 100 ocupaciones seleccionadas y para más de 100 industrias específicas. Este grado de detalle es importante para determinar con precisión la estructura cambiante de las distintas industrias. Las ocupaciones que aparecen en el Censo de Población de 1960 no son suficientes, hay que estudiar las más nuevas que han surgido en la industria a partir de 1960.

En esta labor se utiliza una variedad de técnicas para calcular la demanda futura por obrero por ocupaciones, dependiendo básicamente del siguiente método.

<sup>1</sup> Negociado de Análisis Económico y Social, "Plan General de Desarrollo" (1965-1975). Junta de Planificación de Puerto Rico.

<sup>2</sup> "Informe Económico al Gobernador", Junta de Planificación de Puerto Rico, 1966. Negociado de Análisis Económico y Social.

Se calcula la composición ocupacional de cada industria para el 1975 en base a los cambios observados durante 1950-60 tomando en consideración la información disponible sobre la composición ocupacional cambiante de cada industria. Para cada ocupación se calcula el empleo total sumando las cifras de empleo de dicha ocupación en todas las industrias. Este método es similar al que se usa en los Estados Unidos para extrapolar los requisitos ocupacionales en base al Sistema de Matrices Ocupacionales-industriales del Departamento de Trabajo (BLS).

Se adaptará dicha "matriz" a la economía puertorriqueña mediante las modificaciones que permitan los recursos e información estadística disponible. Cuando sea apropiado se utilizarán las tendencias tal como aparecen en la matriz norteamericana.

También se determinarán aquellas ocupaciones que son de vital importancia en las industrias que están proveyendo mayores oportunidades de empleo y que continuarán haciéndolo en el futuro. Para cada una de esas ocupaciones claves se contempla extrapolar el empleo directamente en base a su relación con ciertas variables independientes. Por ejemplo, al proyectar las necesidades de recursos humanos en la instrucción pública, hay que considerar el efecto sobre la demanda de ciertos factores tales como la matrícula, tamaño de clase, disponibilidad de maestros calificados, relación discípulo-maestro, movilidad ocupacional y reemplazo debido a traslado a otras ocupaciones y a retiro, muerte, etc. Los recursos humanos necesarios en la enseñanza, como en cualquier otra actividad ocupacional, son mayores que las cifras que indican los cálculos de la demanda, puesto que hay que aumentarlas para incluir las variables independientes mencionadas.

La metodología para calcular la oferta futura de trabajadores en ocupaciones específicas requiere que primero se aproxime la oferta actual de trabajadores, a lo cual se suma los aumentos probables y se resta las pérdidas probables. La oferta actual en cualquiera ocupación se puede definir como la suma de las personas empleadas en dicha ocupación más los desempleados que buscan trabajo en la misma ocupación. Los entrantes de una ocupación incluye a: 1) personas que completan los programas de adiestramiento diseñados para esa y otras ocupaciones similares, 2) personas que no estudian ni pertenecen al grupo trabajador tales como amas de casa, retirados, etc., 3) personas que posiblemente cambian de ocupación, y 4) inmigrantes. Los salientes de una ocupación incluye a personas que: 1) mueren, 2) se retiran, 3) cambian de ocupación, y 4) emigran.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> El movimiento hacia y desde una ocupación se (a) calcula mediante la siguiente fórmula que indica el cambio en oferta del periodo  $N_0$  al  $N$ .

Estos cálculos de los recursos humanos proveen información sobre el número y la distribución de las ocupaciones por industria. También indican la dirección y la magnitud de las tendencias del empleo. Por ejemplo, la creciente demanda por trabajadores de cuello blanco, incluyendo técnicos, científicos y maestros. Estas proyecciones sobre los recursos humanos reducen la incertidumbre sobre las decisiones que hay que tomar hoy, para el futuro sobre el adiestramiento de los recursos humanos.

Ahora conviene analizar los problemas relativos al tipo de programa educativo o de adiestramiento para cada una de las ocupaciones consideradas.

### Modelo Poblacional-Educativo<sup>4</sup>

Se necesita método diferente para calcular el nivel educativo probable que tendrán los recursos humanos de acuerdo con las tendencias actuales del sistema escolar, los cambios de instrucción que se prevén y las necesidades principales que el sistema escolar tiene que satisfacer, las cuales se pueden resumir en las siguientes directrices generales:

1. proveer adiestramiento básico a todo empleado potencial en coordinación con las necesidades de la gerencia.
2. proveer adiestramiento para las nuevas ocupaciones.
3. proveer instrucción para adultos.
4. proveer orientación educativa y ocupacional.
5. proveer instrucción para el personal técnico y profesional que requiere la economía.

Ofertas en el periodo futuro	-	Oferta Actual	+	Los que entran durante el periodo	-	Pérdidas ocupacionales durante el periodo
$(E_n + DE_n) N_1$	-	$(E_n + DE_n)$	+	$(PA_n + PA_o + OC + FGT + I)$	-	$(M + R + T + OP)$
Donde:		E	-	Empleo		
		DE	-	Desempleo		
		PA <sub>n</sub>	-	Los entrantes provenientes de programas de adiestramiento para dicha ocupación específicamente para esa ocupación		
		PA <sub>o</sub>	-	Los entrantes de programas de adiestramiento para otras ocupaciones similares		
		OC	-	Los entrantes por traslado de otras ocupaciones		
		FGT	-	Los entrantes provenientes del grupo no trabajador		
		I	-	Los inmigrantes que entran a la ocupación		
		M	-	Muertes		
		R	-	Retiros		
		T	-	Traslados		
		OP	-	Otras pérdidas (ej., emigrantes)		

<sup>4</sup> El componente educativo del modelo fue desarrollado con la ayuda de Héctor Correa, consultor del Departamento de Instrucción de Puerto Rico.



Con tal fin, la Junta de Planificación de Puerto Rico ha preparado un modelo que permite conocer la estructura económica del país y calcular los requerimientos poblacionales y escolares de la misma.

Este modelo es una extensión del modelo poblacional recientemente elaborado para calcular la población de Puerto Rico por edad y sexo el cual considera tres aspectos principales:

- 1) Cómo es la composición poblacional por edad, sexo y nivel educativo y cómo cambiaría en el futuro inmediato.
- 2) Cuál es el producto educativo de acuerdo con las tendencias actuales del sistema escolar y cómo cambiaría en el futuro inmediato.
- 3) Cómo afecta el producto del sistema escolar el volumen y la composición del futuro grupo trabajador.

Hasta ahora las proyecciones sobre la población, la matrícula escolar y los requerimientos de recursos humanos se calculaban manualmente por separado. Este es el primer esfuerzo por unir las calificaciones de los recursos humanos y sobre la población interrelacionadamente.

El modelo, además de permitir esta interrelación, permite calcular el efecto de diferentes supuestos sobre estas variables interdependientes tales como aquellos que afectan directamente el crecimiento poblacional (nacimientos, muertes y migración), o como aquellos escolares que afectan la composición del grupo trabajador.

Este modelo matemático divide la población en grupos de edades según lo requiera el propósito del usuario y permite mantener al día las estadísticas poblacionales.

El primer modelo poblacional (Modelo I) dividió la población por sexo en 76 grupos de edad (0, 1-74, 75+). Esto permite recuentos de cualquier grupo de edad y sexo y facilita actualizar la información censal decenal que se usó como información básica. Este primer modelo no satisfizo ciertas necesidades tales como calcular la estructura poblacional detallada por edad y sexo, ni el grupo trabajador por nivel escolar, ni las necesidades escolares como estudiantes por grado, por maestro y por salón. También había que añadir la edad y educación de la madre en el cálculo de la tasa de natalidad, ya que en Puerto Rico, la escolaridad de la madre parece explicar los cambios en la tasa de natalidad.

El segundo modelo poblacional (Modelo II) incorpora estos y otros detalles relacionados. Su matriz poblacional básica divide la población en categorías de acuerdo con cuatro criterios diferentes: edad, sexo, educación y población dentro y fuera de la escuela. La información básica proviene del censo de 1960, actualizada mediante varios tipos de muestreo.

Para cada año a partir de 1960 se obtendrá un cuadro estadístico de la población, matrícula escolar, grupo trabajador, tasas de natalidad, etc.

Para actualizar esta matriz poblacional año por año es necesario elaborar coeficientes para cada grupo de edad que permita "envejecer" cada grupo. Por ejemplo, en relación con el grupo escolar que es afectado por la movilidad escolar hay tres coeficientes: (1) la fracción que aprueba, (2) la fracción que repite, y (3) la fracción que abandona la escuela. Estas tres fracciones suman menos de 1 y permiten calcular la tasa de retención por grupo. Por otra parte, el grupo fuera de la escuela generalmente tiene dos coeficientes: (1) la fracción que permanece fuera, y (2) la fracción que regresa a la escuela. De nuevo, los coeficientes suman menos de 1, y representan la tasa de supervivencia de ese grupo.

Los modelos educativos diseñados por otros países toman en consideración el sistema escolar sin el nivel universitario (12mo. grados), mientras que este modelo provee información para el nivel universitario, vocacional y técnico después de los 12 grados para el magisterio y la profesión médica.

Calcular los coeficientes correctos es una labor delicada y difícil.

La Universidad de Puerto Rico proveerá un gran volumen de información en tarjetas de computadoras y puede que lo mismo sea posible con las universidades privadas. Con esta información se puede calcular los coeficientes de promoción, retención, deserción y traslado por año, por currículo y por facultad (ciencias, ciencias sociales, comercio, educación, etc.).

El Departamento de Instrucción proveerá información sobre las escuelas públicas y privadas en forma bastante detallada.

Una vez se desarrolle la matriz poblacional y la matriz "de coeficientes de envejecimiento", actualizar la matriz poblacional será un mero problema aritmético tedioso y largo que lo resuelve mejor el computador electrónico. El Modelo II de población tiene estas matrices en dos cintas magnéticas diferentes. El computador registra la cinta, hace el cálculo aritmético y escribe en una tercera cinta la población actualizada. La matriz poblacional actualizada se convierte en la información que recibirá la máquina el próximo año, a la vez que produce la nueva información.

El modelo se ha diseñado en tal forma que permite cambios en los coeficientes lo cual hace posible que se actualice la información tan pronto hay nueva información disponible. Esto también permite que se obtenga información por regiones, zonas o distritos escolares. Estos modelos matemáticos se pondrán a la disposición de otras entidades públicas las cuales, con pequeñas variaciones, podrán utilizar el producto para sus propios propósitos. Por ejemplo, el Departamento de Instrucción podría utilizar

la información de matrícula escolar, después de determinarse la relación adecuada entre discípulos y maestros y entre estudiantes y salones de clases, para anticipar el número de salones de clase o de maestros que se necesitan para la población esperada.

Además de su utilidad para la matrícula escolar, el modelo tiene un uso especial respecto al grupo fuera de la escuela. Este grupo puede ser subdividido por ocupaciones. Este aspecto es de mayor importancia en especialidades que requieren mucho adiestramiento. Hasta ahora el modelo sólo provee para dos tipos diferentes de ocupaciones: maestros y médicos. Después de analizar los resultados de esta primera prueba, se añadirán aquellas ocupaciones que dependen mucho de la educación y el entrenamiento y para las cuales se puede recopilar información confiable. Esto tendrá que hacerse tomando en cuenta que muchas ocupaciones requieren adiestramientos intercambiables y personas entrenadas en un campo pueden trabajar en una serie de ocupaciones relacionadas.

Respecto al sexo de la población, esta categoría puede ampliarse dividiendo al grupo femenino entre casadas y no-casadas. Hemos observado que la participación de la mujer en el grupo trabajador es función de su status civil, el período de concepción, la crianza de los hijos, así como por la educación, el entrenamiento y la disponibilidad de empleos.

Finalmente, un programa especial que provea para los cambios de año a año de la matriz de coeficientes de envejecimiento satisfecerá dos necesidades. Primero, la de registrar el impacto más preciso de tendencias actuales en los coeficientes como, por ejemplo, una proporción menor dejando las escuelas; y segundo, la de incluir las tendencias planificadas que inducirá el gobierno para satisfacer las necesidades de empleo del sistema educativo.

Comparando el producto del modelo poblacional-educacional y de la matriz ocupacional, tendremos la oportunidad de analizar la discrepancia aparente entre la oferta y la demanda de recursos humanos. Esto es esencial para determinar distintas alternativas de política pública y los efectos respectivos de cada una en el futuro.

Un ejemplo de cómo pueden relacionarse el modelo educativo y las proyecciones de las necesidades de recursos humanos es el caso de los médicos. Como se señaló anteriormente, se realiza un análisis detallado de las ocupaciones específicas de importancia en la economía puertorriqueña. Una de estas ocupaciones es la del médico. El análisis incluirá una evaluación de la frecuencia y suficiencia de la atención que proveen los médicos a los pacientes, mediante un examen de la proporción entre médicos y población atendida, mediante muestreo por cierto período de tiempo para luego comparar los resultados con las normas de salud esta-

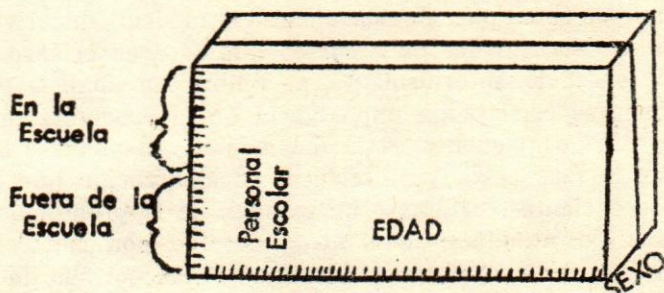
blecidas en otros países avanzados. Este análisis permitirá enjuiciar la política pública respecto la necesidad de médicos. Luego las extrapolaciones de oferta de empleos obtenidos del modelo poblacional-educacional se compararán con los cálculos de necesidades de recursos humanos en la medicina. El cálculo de la oferta tomará en consideración (1) la oferta actual de médicos (incluyendo internos, residentes y practicantes); (2) la educación de los que abandonan el servicio anualmente por muertes y retiros (tasa de supervivencia), por emigración y por transferencias a otros campos como la investigación, la enseñanza y la gerencia; (3) la promoción anual de médicos graduados de la Universidad de Puerto Rico, de los Estados Unidos y de escuelas extranjeras; y (4) los que emigran.

Si las necesidades de recursos humanos médicos resultan ser mayores que su disponibilidad, esto requerirá una programación de los planificadores de los recursos humanos y de la educación para aumentar la tasa de promoción en esta profesión y sus ocupaciones afines. De otra parte, si las necesidades de recursos humanos resultan ser menores que la oferta anticipada, esto quiere decir que los planificadores educativos tendrían que tratar de desviar a los jóvenes del estudio de la Medicina y dirigirlos hacia otros campos —a aquellos campos que le ofrezcan a estos individuos oportunidades de empleo y que, a la misma vez, sean necesitados por la economía. Me parece que son obvias las implicaciones de este análisis para la planificación educativa.

## APENDICE

### Modelo poblacional y de habilidad

Este modelo de población contiene un recuento de la población por edad, sexo y educación en una formación tri-dimensional según se ilustra:



De esta matriz la computadora puede imprimir informes de población, de requisitos escolares y del grupo trabajador por nivel educativo para el año.

Para actualizar anualmente esta matriz, se necesitan factores de transferencia que representen cómo envejece cada grupo de edad-educación-sexo. Los factores que se requieren para cada grupo son:

#### A. En la escuela

1.  $t_1$ , fracción promovida
2.  $t_2$ , fracción repitente
3.  $t_3$ , fracción abandonante

Observen que  $t_1 + t_2 + t_3 + \text{tasa de mortalidad} = 1.000$  explicando así el envejecimiento de toda la población en la escuela.

#### B. Fuera de la escuela

1.  $t_4$ , fracción permanente (continúa fuera de la escuela)
2.  $t_5$ , fracción regresante

Observen que  $t_4 + t_5 + \text{tasa de mortalidad} = 1.000$  explicando así el envejecimiento de todos los que no están en la escuela.

La descripción matemática de la explicación anterior es la siguiente. La población que está en la escuela "i", en el año "y" y de "a" años de edad, que completó el grado "e" (está estudiando el grado  $e+1$ ) y de sexo "s" es en general:

$$(1) \quad P_{i,y,a,e,s} = t_1 P_{i,y-1,a-1,e-1,s} \quad (\text{promovidos}) \\ t_2 P_{i,y-1,a-1,e,s} \quad (\text{repetientes}) \\ t_3 P_{o,y-1,a-1,e-1,s} \quad (\text{reingresados})$$

Donde:

$t_1$ ,  $t_2$  y  $t_3$  son los coeficientes de promoción, repetición y reingresos mencionados arriba.

$$(2) \quad P_{i,y,a,e-1,s} = t_4^1 P_{b,y-1,2-1,e-2,s} \quad (\text{promovidos}) \\ t_2^1 P_{i,y-1,a-1,e-1,s} \quad (\text{repetientes}) \\ t_5^1 P_{o,y-1,a-1,e-2,s} \quad (\text{reingresados})$$

La población de edad escolar fuera de la escuela (o) en el año (y), de edad (a), que completó el grado (e) y de sexo (s) es:

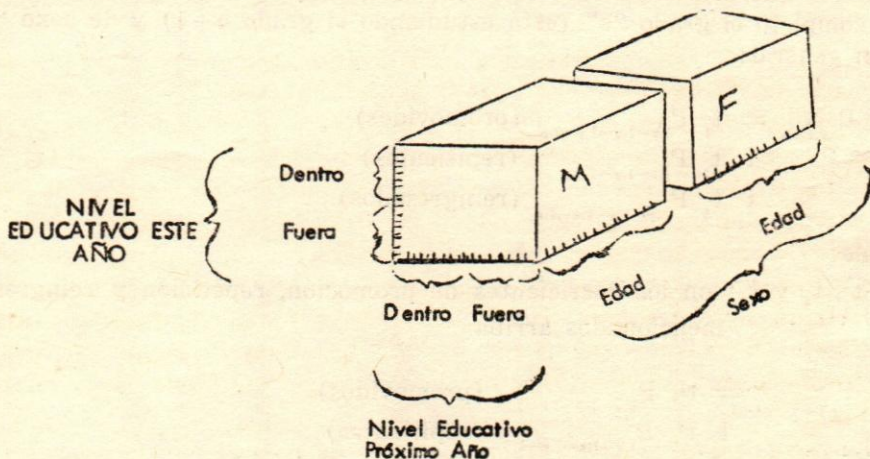
$$\begin{aligned}
 (3) \quad P_{o,y,a,e,s} &= t_4 P_{o,y-1,a-1,e,s} && \text{(Fuera de la escuela)} \\
 &t_3 P_{i,y-1,a-1,e,s} && \text{(Salientes por fracaso)} \\
 &t_{3a} P_{i,y-1,a-1,e-1,s} && \text{(Salientes por promoción)} \\
 &t_{3b} P_{i,y-1,a-1,e,s} && \text{(Salientes por enfermedad, etc.)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 (4) \quad P_{o,y,a,e-1,s} &= t_y^1 P_{o,y-1,2-1,e-1,S} \\
 &t_3^1 P_{i,4-1,a-1,e-1,S} \\
 &t_{3a}^1 P_{i,4-1,a-1,e-2,S} \\
 &t_{3b}^1 P_{i,4-1,2-1,e-1,S}
 \end{aligned}$$

Cada grupo de edad, educación, sexo tendrá una serie aparte de factores "t". Agrupando debidamente las ecuaciones para que incluyan a todos en los mismos grupos de edad, educación, sexo; los coeficientes pueden ser sumados a las tasas de supervivencia como antes.

$t_1 + 3t_2 + t_3 + t_{3b} + V_{y,a-1} = 1$ ; ( $V_{y,a-1}$  = tasa de mortalidad de la edad  $a-1$ ).

Para usarse en la computadora, estos factores estarían en una formación cuatridimensional de la siguiente manera:



El computador multiplicaría las cifras de población de la matriz poblacional por los factores apropiados de la matriz poblacional del año próximo.

(Esto todavía tiene que ser ajustado por las cifras de migración). Esta multiplicación la ejecuta el computador y se representa matemáticamente como sigue:

$$P_{y+1} = TP_y$$

Donde:

$$P_{y+1} = \text{Matriz Poblacional, año } y+1$$

$$T = \text{Matriz de Transferencia}$$

$$P_y = \text{Matriz Poblacional, año } y$$

Como la matriz poblacional contiene la población femenina por edad y educación, se puede computar la tasa de natalidad para el año sumando los factores de fertilidad de cada grupo de edad-educación a la mitad femenina de la matriz de transferencia. Así que puede obtenerse automáticamente el grupo de edad o para el año próximo como sigue:

$$P^0_{y+1} = FP_y$$

Donde:

$$P^0_{y+1} = \text{grupo de edad 0, año } y-1$$

$$F = \text{matriz de factores de fertilidad femenina por edad y educación}$$

Después que este modelo haya sido probado y cuando la información adecuada esté disponible, este modelo puede ampliarse. Los niveles educativos pueden ampliarse dividiendo el grupo fuera de la escuela por grupos ocupacionales. Esto es especialmente deseable para los niveles educativos más altos para mantener al día y predecir el número de médicos, ingenieros, etc. La dimensión del sexo puede ampliarse de 2 a 3, dividiendo a las mujeres en casadas y no-casadas. Esto permitiría un cómputo más detallado del grupo trabajador y de la población, ya que cada grupo tiene tasas de participación y factores de fertilidad diferentes. (Los resultados numéricos serían los mismos siempre y cuando no cambie la relación entre casadas y no-casadas; el modelo ampliado da mejor resultado si la relación cambia).

La recopilación de datos de las matrices de población y de transferencia de este modelo puede realizarse concurrentemente con el trabajo de programación. Esto permitiría que el modelo fuera usado tan pronto como se complete la labor más larga.

