

Sección: Bioética y sociedad.

RELACIÓN ENTRE ACTIVIDAD CIENTÍFICA Y EL DESARROLLO HUMANO

AUTORA:

Verónica Vargas Sanhueza. Doctora en Salud Pública en EEUU. Magíster en Ciencias en Universidad de Chile. Kinesióloga de la Universidad de Chile. Secretaria de Estudios de la Escuela de Kinesiología UMCE. Docente e Investigadora UFT.

**Instituto de Bioética, Universidad Finis Terrae.
aarenas@uft.cl**

“Jóvenes chilenos, aprended a juzgar por vosotros mismos, aspirad a la independencia de pensamiento. Esta es la primera filosofía que debemos aprender de Europa”.

Andrés Bello, “Modo de estudiar la historia” en El Araucano.

Santiago, 1848.

ABSTRACT

La actual sociedad del conocimiento exige evidencia científica pertinente a los problemas, comprensible para los que toman decisiones y, que aporte una visión estratégica para enfrentar la globalización y el futuro de manera sustentable.

El capital humano es hoy, más decisivo para el desarrollo de países y personas que las formas tradicionales de capital, pero la correlación entre ellos es difuso. Esta investigación pretendió contribuir a comprender la relación entre actividad científica y calidad de vida de los chilenos, período 1990-2000. El estudio fue descriptivo y de correlación. La muestra correspondió a publicaciones nacionales base ISI. Las fuentes de información fueron CONICYT y PNUD. Los programas computacionales, SPSS 10.1 y Excel.

Los resultados mostraron que la participación científica chilena descendió respecto la Latinoamericana; las ciencias biológicas y médicas concentraron más de la mitad de las publicaciones ISI. El gasto promedio en investigación y desarrollo como % PIB fue 0.57, siendo el Estado la principal fuente de financiamiento (58%). Los investigadores, magíster y doctores, aumentaron 39%, localizándose preferentemente en universidades y en especialidades de ciencias naturales y matemáticas (76.2%). Los índices promedio de producción científica y eficiencia científica fueron 0.22 y 4,32 respectivamente.

Las variables significativas de actividad científica nacional ($p < 0.01$) correspondieron a “N° investigadores en ciencias básicas” y “gasto como porcentaje PIB”. La asociación de estas variables con el desarrollo humano fue directa y fuerte ($r^2 = 0.883$). La ecuación de regresión resultante con respectivos coeficientes fue:

$$\text{IDH} = 0.97396 + 0.31194 * (\text{gasto \% PIB}) - 0.00023 * (\text{N}^\circ \text{ investigadores Cs. Básicas}).$$

La investigación concluyó que las variables "número de investigadores en ciencias básicas" y "gasto destinado a investigación y desarrollo expresado como porcentaje PIB" se relacionaron con el desarrollo humano de Chile 1990-2000.

Palabras Claves: *Desarrollo Humano, Investigación, Capital Humano.*

The actual knowledge society demands pertinent scientific evidence to the problems, comprehensible for those who take decisions and, contributes a viable way to front globalization and offers a sustainable future.

The human resources is today, more decisive for the development of countries and people, than the traditional method of resources, but the relation among them is diffuse. This investigation tried to understand the relation between scientific activity and quality of life in Chile 1990-2000. This work was a descriptive study and match information. The sample corresponded to national publications bases ISI. The sources were from CONICYT and PNUD. The computer programs, SPSS 10,1 and Excel

The results showed that the Chilean scientific participation decrease respect the Latin American; biological and medical sciences concentrated more than half of publications ISI. The cost average in investigation and development as % PIB were 0,57, being the State the main source of financing (58%). The investigators, magíster and doctors, increased 39%, being located preferably in universities and in specialties of natural sciences and math (76,2%). The average of scientific production and scientific efficiency were 0,22 and 4.32 respectively.

The significant variables of national scientific activity ($p < 0.01$) corresponded to “N° investigating in basic sciences” and “cost as percentage of PIB”. The association of these variables with the human development was direct and strong ($r^2 = 0.883$). The resulting of regression equation with respective coefficients was:

$$\text{IDH} = 0.97396 + 0.31194 * (\text{gasto \% PIB}) - 0.00023 * (\text{N}^\circ \text{ investigadores Cs. Básicas}).$$

The investigation concluded that the variables "number of investigators in basic sciences" and "cost destined to investigation and development expressed in PIB" percentage; they were related to the human development of Chile 1990-2000.

Word Reference: *human development, Investigation, Human resource.*

I. Introducción

La historia de la humanidad nos muestra que en todos los grupos sociales siempre han existido personas que se han interesado por interpretar, descubrir o modificar sus visiones de mundo. Para ello, han utilizado la creatividad y luego, con el conocimiento formal, han diseñado un método de comprobación científica "el método científico". El valor que la sociedad le ha asignado a la búsqueda de respuestas, las investigaciones, ha dependido esencialmente de la visión de país de sus autoridades y de los intereses de diferentes grupos en función de los alcances potenciales que generarían los resultados de las investigaciones y de los paradigmas vigentes entre los intelectuales pertenecientes a diferentes disciplinas científicas y sociales.

La presente investigación tiene como propósito describir la actividad científica en Chile entre 1990-2000 y relacionar algunos de sus indicadores (gasto en investigación y desarrollo, producción científica e investigadores) con el desarrollo humano de Chile, medido a través de Índice de Desarrollo Humano. Del mismo modo, se propone establecer un modelo que represente dicha relación.

Esta investigación nace de la inquietud de la autora ante la escasa publicación, tanto nacional como internacional, sobre las relaciones señaladas y de la necesidad de avanzar en la integración conceptual de variables científicas, económicas y sociales, así como en la medición de dichos procesos que, a juicio de la autora, contribuiría a la comprensión de la actual situación de la actividad científica del país para los tomadores de decisiones y, con ello, aportar a la redefinición de las políticas nacionales de ciencia y tecnología, entre otras. Dentro de las principales limitaciones, encontramos que la actividad científica, se circunscribe dentro de un marco jurídico, político, cultural y socio económico que no siempre facilita avanzar en sus actividades propias con la velocidad o las condiciones requeridas. Por otra parte, los niveles de logro o los aportes que ella brinda a la sociedad como conjunto son, muchas veces, multifactoriales y además se evidencian en

el largo plazo. Sin embargo, existen indicadores de ciencia y tecnología aplicados internacionalmente que buscan medirla a través de la producción científica entendida como el número de artículos publicados en revistas de circulación internacional en base ISI (Institute for Scientific Information). Los estudios recientes publicados sobre la actividad científica realizados en Europa¹ y Latino América², corresponden a estudios comparativos de algunos países de las regiones en cuanto a los valores alcanzados en los indicadores de ciencia y tecnología.

La otra variable de esta investigación, el nivel de desarrollo humano, entendido como una manera de observar el mejor nivel de vida de los chilenos a través del valor alcanzado del Índice de Desarrollo Humano (IDH) del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), mide tanto el desempeño económico del país como los niveles de salud y educación de las personas⁷⁶. Actualmente, el desarrollo humano se ha transformado en el centro del programa político actual. Más de 120 países han incorporado este concepto por medio del cual se estimula el debate entre círculos académicos, instituciones de investigación y gobierno con miras estratégicas ⁷⁵. Uno de los productos de estos debates nacionales, se ha traducido en cambios de políticas de salud (ej. Botswana), educación (Filipinas) y la forma de determinar los grupos beneficiarios de los programas sociales (Brasil)⁷⁵.

La correlación que existe entre la actividad científica y el desarrollo humano del país, así como la cuantificación o intensidad de asociación entre estas variables, a excepción de la correlación PIB v/s IDH, es un estudio aún pendiente en el mundo.

Las oportunidades y amenazas del futuro se deben trabajar desde hoy. Para eso, es vital que la sociedad, a través de sus autoridades y representantes, apoyen el desarrollo, difusión y aplicación de la ciencia y de la tecnología con criterios amplios, estables y a largo plazo. La investigación, debe ser comprendida como una estrategia de desarrollo socio-político a través del reconocimiento del valor del capital humano y como una herramienta para mejorar las ventajas comparativas de nuestro país. En consecuencia, la comprensión, valoración y materialización de este proceso se debe reflejar en las políticas nacionales de Investigación y Desarrollo (I&D).

La vinculación entre investigación y toma de decisiones es relativamente reciente. En Francia, por ejemplo, existe preocupación por los potenciales riesgos de la biotecnología para la salud de la población, la biodiversidad biológica y la economía. Por ello ha adoptado el principio de precaución y seguimiento del desarrollo de las investigaciones. Otras iniciativas en el contexto internacional se observan en la creación de programas especiales como el "International Health

Policy Program", que fue establecido el 1986, o los "National Epidemiology Boards" de la Fundación Rockefeller, establecidos en 1985, o la Comisión on Health Research for Development (COHRED), establecida inicialmente en 1987. Estas iniciativas y otras similares, han llamado a los gobiernos nacionales a incrementar sus inversiones en investigación en salud⁷⁴. En Estados Unidos y Europa occidental los puntos de entrada de la investigación al proceso de elaboración de políticas, son relativamente claros. No existe una comprensión equivalente para quienes buscan incrementar el uso de la investigación para conducir a la elaboración de políticas en otras culturas, en especial en los países en desarrollo⁷⁴.

Dentro de este escenario, el conocimiento de la asociación entre la actividad científica nacional y el desarrollo humano del país, podría transformarse en un importante esfuerzo por aproximar los resultados de la actividad científica de Chile a la formulación de políticas de ciencia y tecnología con visión de país y de futuro. Por otra parte, el establecimiento de puentes entre la actividad científica y el nivel de vida de la población, medido a través del IDH, aproxima los mundos intelectuales de los científicos y políticos.

Actualmente Chile tiene una descripción de indicadores de su actividad científica, realizada por CONICYT., sin embargo el análisis de la actividad científica es más que indicadores aislados, tiene que ver con las características sociales, económicas, epidemiológicas y demográficas, entre otras, de la población y con el impacto de sus aportes en la sociedad en el corto y largo plazo. Por otra parte, debe ser comprensible para los tomadores de decisiones, generalmente no científicos, la actual asignación de recursos a la investigación basada en criterios como porcentaje del PIB o US\$ gastados en investigación per cápita es insuficiente, así como la determinación de su producción por número de artículos publicados. Asimismo, la difusión y comunicación de la actividad científica debe rebasar las fronteras de sociedades científicas o de pequeños círculos de intelectuales. Debe aproximarse al ciudadano común, a las personas que sin saberlo la financian y que la necesitan para aumentar sus probabilidades de mejor calidad de vida. Esta investigación se justifica en la medida que busca relacionar variables de la actividad científica con el desarrollo humano. Los alcances que podrá tener este estudio, se traduciría en un cambio de paradigma sobre el impacto de la investigación en el nivel de vida de la población: las personas comunes podrían comprender mejor la necesidad que tiene su país de destinar recursos a investigar a pesar de existir muchas necesidades básicas insatisfechas en otros sectores del quéhacer nacional y al mismo tiempo podrían fortalecerse espacios participativos de debates públicos sobre los temas. Las autoridades, podrán mejorar la calidad y comprensión de la información para definir políticas de apoyo a la

investigación, así como la necesidad de fortalecer la formación y retención de recursos humanos investigadores. La comunidad científica, tendrá un criterio objetivo para validarse social y políticamente y por otra parte, participaría más activamente en las decisiones que afecten al país. Para la autora, será la satisfacción de proponer una visión de análisis de la actividad científica-desarrollo humano objetiva, que permite ser integrador de dimensiones, usar información disponible en línea, ser de uso universal, de rápida aplicación computacional y que permite desarrollar un modelo predictivo del comportamiento de las variables de modo que el futuro de Chile en el proceso de la globalización sea una oportunidad que se construye a partir de las decisiones basadas en la evidencia científica.

Los resultados de las investigaciones extranjeras, no siempre son aplicables a nuestra realidad nacional, especialmente por la presencia de variables locales como la cultura, políticas de financiamiento y en el caso del sector salud, se suman además, características epidemiológicas, demográficas y antropológicas, entre otras. Esta situación obliga, particularmente, a las autoridades nacionales y universitarias a fortalecer la investigación científica como un compromiso ético para dar respuesta a las necesidades de la sociedad toda de acceder a niveles de calidad de vida acordes con el desarrollo científico y los recursos nacionales. Del mismo modo, los investigadores y los tomadores de decisiones, particularmente los del sector público nacional, deben trabajar sinérgicamente y con énfasis en los problemas prioritarios del país, como una forma de optimizar el empleo de los recursos humanos, financieros y técnicos. Esta investigación propendió a facilitar este proceso inicial a través de la aproximación del lenguaje e intereses de estos grupos de intelectuales, los cuales desde su aporte específico y complementario podrían fortalecer o reorientar sus futuras acciones a partir de la comprensión y conocimiento de la intensidad de asociación existente entre actividad científica y desarrollo humano en Chile.

Por otra parte, el desarrollo y aplicación de los resultados de esta investigación que incorpora variables de actividades intersectoriales, podría transformarse en una invitación al sector privado nacional para sumarse a la tendencia actual de los países desarrollados de realizar investigación y alianzas estratégicas con el sector público, particularmente universitario- como principal sector investigador del país- en función del desarrollo y/o aplicación de la ciencia en sus industrias como un instrumento de negocios. Es por esta razón, que la búsqueda de nuevos horizontes del conocimiento es más que un interés particular de los investigadores: es una forma de aporte a la humanidad, a través del esfuerzo, inteligencia, compromiso y muchas veces renuncia personal de los investigadores, cuyo valor no siempre es comprendido ni retribuido por la sociedad

y sus instituciones y que encuentra sentido ético en la búsqueda de comprensión y solución de los problemas de la población ya sea desde la óptica del bien público o privado.

Finalmente, esta investigación, dado su diseño con aplicación universal, pretende motivar futuras investigaciones que ayuden a mejorar la comprensión del aporte de la actividad científica al desarrollo social de las naciones y de su gente y a partir de estos análisis, potenciar los espacios de discusión, participación y valoración del rol de la ciencia y la tecnología más allá de la comunidad científica o de pequeños grupos de intelectuales, sino más bien a nivel de país con la participación de todos los sectores en función de la búsqueda creativa de soluciones a los problemas nacionales.

II. Objetivos

Objetivo General

Determinar un modelo estadístico para la relación entre la actividad científica nacional y el desarrollo humano de Chile 1990-2000.

Objetivos Específicos

- Relacionar el Índice de Desarrollo Humano de Chile con la producción científica, el gasto en Investigación (MUS\$) y los Investigadores.
- Determinar un modelo para la relación entre la actividad científica y el desarrollo humano de Chile 1990-2000.

III. Metodología

Diseño

Esta investigación corresponde a un estudio retrospectivo, descriptivo y correlacional. Se estudió la actividad científica y el Índice de Desarrollo Humano nacional durante el período comprendido entre los años 1990 -2000.

Universo - Muestra

La muestra correspondió al total de la actividad científica registrada en la base del Sistema de Información Internacional (ISI) de acuerdo a los indicadores científicos y tecnológicos publicados por el Departamento de Información de CONICYT y el Índice de Desarrollo Humano del mismo período, publicados por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Recolección de datos

Los indicadores de Ciencia y Tecnología fueron obtenidos de los informes anuales de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología de Chile y del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.

El análisis de la actividad científica se realizó a partir de indicadores de Ciencia y Tecnología aplicados internacionalmente y publicados en Chile por CONICYT. Los indicadores seleccionados cuantifican el número de publicaciones, el número de investigadores, los recursos económicos invertidos en investigación y relaciones existentes entre ellos.

El Índice de Desarrollo Humano se obtuvo de publicaciones del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). En este estudio el Índice de Desarrollo Humano utilizado correspondió al que el país presenta internacionalmente junto a los otros 173 países miembros de la ONU.

La definición del período de años que consideró la investigación, 1990-2000, está dada por la fecha de creación del IDH (1990), por existir información completa para este índice, así como para los indicadores de la actividad científica chilena durante el período, en línea. Las definiciones de los conceptos relacionados con la actividad científica, tales como tipo ciencia, especialidades, áreas temáticas, producción científica, entre otros, fueron las acordadas internacionalmente (OCDE, UNESCO)

Esta investigación, consideró la descripción de la actividad científica nacional y la correlación entre la actividad científica nacional y el índice de desarrollo humano de Chile entre 1990 - 2000.

Para el ingreso de datos y análisis de ellos, se trabajó con el programa computacional SPSS 10.1 creando una base de datos con las distintas variables de la actividad científica y el índice de desarrollo humano. Se obtuvo estadígrafos de resumen para describir las variables involucradas (promedio, mediana y desviación estándar y otros). Se utilizó una matriz de correlación y se seleccionó las variables cuyo valor de probabilidad (p) fue menor a 0,01. Se realizó pruebas de correlación entre la variable dependiente (IDH) con cada una de las variables independientes. Las variables significativas resultantes, fueron estudiadas para obtener un modelo de la relación del IDH con la actividad científica de Chile 1990-2000.

Limitaciones Metodológicas

Dentro de las limitaciones metodológicas de la investigación, estuvo la de considerar que los resultados del desarrollo humano 1990-2000 se explican sólo por la actividad científica, definida por

el número de artículos publicados ISI, gasto en investigación y desarrollo y el número de investigadores. Lo anterior no considera, por ejemplo, las condicionantes políticas ni sociales de Chile durante el período.

Por otra parte algunos autores han planteado fuertes críticas sobre el sesgo de las publicaciones ISI, dada fundamentalmente por el origen del país de las publicaciones (idioma inglés). Un sesgo importante, a juicio de la autora, fue el número de publicaciones en bases distintas a ISI que no fueron considerados como parte de la estadística de los indicadores de ciencia. Sin embargo se consideró la base ISI en esta investigación dado que, ésta continúa siendo la fuente de información oficial que país socializa, a través de CONICYT, y en consecuencia, la forma actual de comparar la producción científica de los países del mundo.

En cuanto al IDH, este evolucionó durante la década de los 90, agregándose otros indicadores específicos de desarrollo humano, tales como el indicador Potenciación de Género y Violencia entre otros. Se consideró en este estudio sólo el indicador inicial por ser el único que se midió en Chile todos los años del presente estudio.

Una limitación importante, la constituye el número pequeño de observaciones, sin embargo, se consideró el total de información disponible desde la creación del IDH hasta el cierre de la investigación.

Se consideró como criterio de exclusión de este estudio, la variable política, por no existir suficiente información publicada y relacionada con esta investigación.

Variables del Estudio

Variables Independientes, Se trata de las dimensiones de la Actividad Científica de Chile cuyo efecto se está estudiando.

a.1 Producción Científica.

Definición: se entiende por producción científica, el número de trabajos científicos publicados en revistas ISI.

Medición: indicadores de ciencia y tecnología

Número total de artículos publicados en revistas de circulación internacional por Chile.

Número de artículos publicados por especialidades en revistas de circulación internacional por Chile.

Número de publicaciones/ número de investigadores en Chile.

Número de publicaciones/ MUS\$ gastados en I&D en Chile.

Número de publicaciones/ MUS\$ pp gastados en I&D en Chile.

Número y porcentaje de proyectos aprobados FONDECYT en las ciencias médicas por áreas temáticas.

a.2 Gasto en I & D de Chile

Definición: se entiende por gasto en investigación y desarrollo, al total de recursos financieros que el país destina a la actividad científica nacional.

Dimensiones:

Recursos económicos destinados a I & D.

Medición:

Gasto en I & D en MUS\$, % del PIB y per cápita

a.3 Caracterización de la actividad científica de Chile

Definición: se entiende por caracterización a la descripción de la actividad científica.

Dimensiones

Fuentes de financiamiento

Gasto por tipo de ciencia (básica, aplicada y desarrollo tecnológico)

Medición

Gasto nacional (%) por fuente de financiamiento

Gasto en M\$ y en % del gasto en I&D por tipo de ciencia

a.4 Caracterización de los investigadores de Chile

Definición: descripción de los investigadores de Chile.

Dimensiones:

Distribución de los investigadores por tipo de ciencia y disciplina a la que pertenecen.

Distribución de investigadores por tipo de ciencia y disciplina en las universidades

Localización de los investigadores por sector institucional

Becas de postgrado para la formación de investigadores

Titulados de Magister y Doctor en el área de la salud en las universidades chilenas.

Medición:

Número de investigadores por tipo de ciencia y por disciplina

Porcentaje de investigadores por tipo de ciencia en las universidades

Porcentaje de investigadores por disciplina en las universidades

Número y % de investigadores por sectores institucionales por año

Porcentaje promedio de investigadores por sectores institucionales

Número de becas Conicyt de post grado para formar investigadores

Porcentaje de becas de formación para doctores y magister

Número de titulados con grado académicos Magister y Doctor en el área de la salud en universidades chilenas.

Variable Dependiente:

b.1 Desarrollo Humano

Definición: Calidad de vida promedio alcanzado por los chilenos.

Dimensión

Nivel de desarrollo humano alcanzado en Chile.

Medición

Indice de Desarrollo Humano

V. RESULTADOS y CONCLUSIONES

Resultados del Análisis de Correlacion entre el Índice de Desarrollo Humano y la Actividad Científica de Chile 1990-2000

El análisis de la correlación entre la actividad científica nacional y el Índice de Desarrollo Humano de Chile para el período 1990 - 2000 muestra que existe mediana e inversa fuerza de asociación entre el IDH y el total de artículos ($r = 0.43$). Al desagregar las publicaciones por tipo de Ciencia y determinar la fuerza de asociación con el IDH, se encuentra que tanto las publicaciones de Ciencias Básicas como las de Ingeniería, se relacionan en forma inversa con el IDH ($r = -0.33$); $r = -0.45$ respectivamente). Las Ciencias Aplicadas presentan una asociación directa con el IDH ($r = 0.34$).

El gasto total en Ciencia y Tecnología, expresado como porcentaje del PIB, presenta una asociación directa con el IDH ($r = 0.49$).

El gasto total (MUS\$) y el número de artículos publicados ISI, presenta una fuerte y directa asociación ($r = 0.81$).

El total de investigadores con el total de artículos científicos, presenta una fuerte y directa asociación ($r = 0.96$). La asociación entre el total de investigadores con el gasto (MUS\$) es directa y fuerte ($r = 0.90$).

El análisis de la correlación entre el IDH y la actividad científica determinó que las variables independientes significativas fueron:

- N° de Investigadores en Ciencias Básicas ($r = -0.803$)
- Gasto como Porcentaje del PIB ($r = 0.705$)
- Porcentaje de Artículos en Ciencias de la Ingeniería ($r = -0.676$)
- N° artículos en revistas ISI ($r = -0.661$)

Del análisis de regresión de todos los modelos posibles utilizando las combinaciones de las cuatro variables anteriores y su relación con la variable dependiente (análisis de regresión múltiples (anexo 9) se seleccionaron los modelos aditivos cuyo valor para los coeficientes de correlación (β 's) fueran significativos ($p < 0.01$). Los modelos obtenidos son los siguientes:

- Modelo con una variable: N° Investigadores en Ciencias Básicas ($r^2 = 0.645$)
- Modelo con dos variables: N° Investigadores en Ciencias Básicas y Gasto como % PIB ($r^2 = 0.883$)
- Modelo con tres variables: N° Investigadores en Ciencias Básicas, Gasto como % PIB y % de artículos Ciencias de la Ingeniería ($r^2 = 0.884$).
- Modelo con cuatro variables: N° Investigadores en Ciencias Básicas, Gasto como % PIB, % de artículos Ciencias de la Ingeniería y N° artículos ISI ($r^2 = 0.884$);

Para los modelos anteriores, que presentaron significancia en todas sus variables independientes, se estudió la interacción de éstas, lo cual determinó que en los modelos estudiados la variable de interacción no presentaba significancia estadística ($p < 0.01$).

El análisis de la relación entre las variables significativas de la Actividad Científica y el IDH determinó que modelo más adecuado es el que presenta dos variables independientes (N° Investigadores de Cs. Básicas y Gasto como % PIB) con un $R^2 = 0.883$.

Los coeficientes de regresión, su error estándar, estadístico de contraste para el coeficiente (t - student) y valor de probabilidad asociado se presentan en el siguiente recuadro:

Parámetro	Coficiente	Error Standard	Estadístico T	p-valor
β_0	0.97396	0,0816	11.937	0.0000
β_1	0.31194	0.0772	4.042	0.0037
β_2	-0.00023	0.0000	-5.138	0.0009

$$IDH = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2;$$

donde, B_0 = intercepto (otras variables que influyen y no están)

B_1, B_2 = coeficientes de regresión asociado a la variable independiente

X_1, X_2 , = valor observado de la variable.

La ecuación de regresión con los respectivos coeficientes es
 $IDH = 0.97396 + 0.31194*(Gasto_ \% PIB) - 0.00023*(N^\circ Inv_CsBas)$

El análisis de residuos del modelo nos arroja buenos resultados en cuanto a que siguen una distribución normal con media igual a cero y varianza constante.

La relación entre el gasto en I&D como porcentaje del PIB, muestra que Chile destina, generalmente, más recursos que el promedio de Latinoamérica y el Caribe. La principal fuente de financiamiento es el Estado, alcanzando en promedio un 58.45%. La participación promedio del sector empresarial es del 24.55%, cifra menor al promedio de Latinoamérica (28.3%)⁹¹. El gasto, distribuido por tipo de ciencia, se realiza principalmente en las Ciencias Básicas (56,26%), luego las Ciencias Aplicadas (30.6%) y por último, el Desarrollo Tecnológico que se mantiene en alrededor del 13%. El gasto per cápita nacional en Investigación y Desarrollo es en promedio US\$22,39/año.

La eficiencia científica nacional alcanza su mayor valor en 1990, luego desciende y presenta un leve repunte entre los años 1999 - 2000. El índice de producción científica nacional aumenta en un 25% en el año 2000, respecto a 1990.

El número total de Investigadores en Chile aumentó en un 39,45%, distribuidos en “Humanidades”(167%), luego los “Ingenieros” (39.96%) y finalmente las “Ciencias Básicas” (14.59%). El recurso humano investigador se ubica mayoritariamente en las Universidades (68.02%). El grado de formación de éstos es distinto según las disciplinas, siendo las Ciencias Naturales y Matemáticas las que concentran el mayor número de postgraduados en Chile ((76.2%).

Las Ciencias de la Salud graduaron a 640 profesionales, lo que corresponde al 8.06% nacional, los cuales alcanzaron el grado preferentemente de Magíster (96.25%).

El análisis de la relación entre las variables significativas de la actividad científica y el IDH determinó que el mejor modelo es el que presenta dos variables independientes (N° Investigadores de Ciencias Básicas y Gasto como % PIB) con un $R^2 = 0.883$.

El análisis de residuos del modelo nos arroja buenos resultados en cuanto a que siguen una distribución normal con media igual a cero y varianza constante (apéndices). El IDH esperado, a partir de este modelo, versus el IDH observado en el período, confirma el modelo.

La investigación concluyó que en Chile la actividad científica se correlacionó con el desarrollo humano de su población entre 1990-2000, en consecuencia, el país para alcanzar el óptimo teórico del concepto desarrollo humano, precisó aumentar su compromiso con la actividad científica nacional expresado en el aumento del número de investigadores y en el gasto destinado a investigación y desarrollo expresado como porcentaje del PIB.

COMENTARIOS

La producción científica de Chile, en el contexto latinoamericano, se mantiene en alrededor de un 10% durante el período, ocupando el cuarto lugar a lo largo de la década de los noventa, sin embargo, el análisis de la actividad científica a partir del número de habitantes, destaca la eficiencia científica nacional.

El desarrollo de la actividad científica nacional presenta una serie de externalidades que impactan su quehacer. Dentro de éstas, es posible identificar:

Políticas de formación de investigadores: favorece a las Ciencias Básicas por sobre las Ciencias Aplicadas y el Desarrollo Tecnológico. Los cupos son insuficientes y concentrados en la capital.

Retención del recurso humano postgraduado: la retención nacional de los investigadores destacados es difícil dado la limitada expansión de cargos, equipamiento muchas veces obsoleto e insuficientes incentivos económicos.

Definición de "áreas prioritarias": definidas para apoyar el financiamiento de proyectos, pues éstas orientan la libertad de los investigadores para determinar sus investigaciones, sin embargo, dicha orientación no presenta estudios de evaluación que permitan fortalecer o corregir dichas definiciones.

Esta situación es al menos preocupante si consideramos los escasos recursos nacionales destinados a investigación por parte del Estado y la escasa participación del sector privado en el avance científico nacional.

Selección de proyectos: en la selección de proyectos, variables como historia de los investigadores, muchas veces es más importante que el proyecto propiamente tal. Esto podría incidir en la diversidad y calidad de las respuestas por descubrir.

Insuficiente integración público - privada: esta situación invita a la revisión de las políticas de Ciencia y Tecnología y a establecer diálogos orientados a mirar y pensar cómo potenciar la actividad científica a través, por ejemplo, de incentivos tributarios para los empresarios. Es necesario además, mejorar la comprensión, difusión y aplicación del conocimiento desarrollado.

Cultura científica nacional y de innovación tecnológica.

Insuficientes estudios nacionales e internacionales.

En cuanto a la actividad científica propiamente tal, es preciso construir indicadores de Ciencia que integren otras dimensiones sociales y reflejen el impacto de la actividad científica en el tiempo. Del mismo modo, estos indicadores deberían dar cuenta del momento histórico en que se producen. Este hecho podría ser relevante en esta investigación, pues la calidad y cantidad de investigadores que debieron abandonar la Universidad durante el gobierno militar chileno pudo significar cambios importantes en la comunidad científica con consecuencias aún no precisadas. Las dificultades políticas y los profundos cambios en el modelo socioeconómico de los años 80 y sus consecuentes proyecciones hacia los años noventa, también podría impactar la actividad científica, particularmente lo relacionado con la determinación de las políticas de Ciencia y Tecnología.

La medición de la actividad científica actual, a través de la producción científica, presenta limitaciones, pues no incluye la investigación nacional publicada en revistas no ISI. Para algunos

autores, como Pellegrini, este elemento es importante, pues en Latinoamérica las publicaciones en revistas nacionales superan las publicaciones en revistas internacionales, excepto en Argentina y Venezuela. Por igual motivo, la actual medición del impacto de las publicaciones, a través de las citas bibliográficas, pierde relevancia. En cuanto al concepto de Investigador, existen diferenciaciones conceptuales entre la de Universidad de Chile y CONICYT, las cuales podrían modificar la visión del estado de la ciencia nacional, pues es aquella casa de estudios la principal referente nacional e internacional sobre investigación en Chile.

En cuanto a la clasificación del conocimiento nuevo por disciplinas, responde a una convención - (convención ONU 1978) - más que a una precisión, pues la actividad científica es un proceso continuo, dinámico, acumulativo e interrelacionado. En esta lógica, es entendible analizar la actividad científica como unidad más que por disciplinas. En este sentido, intentar interpretar el aporte científico de una disciplina en particular es un reduccionismo confundente.

El concepto Desarrollo Humano es en extremo amplio y debería entenderse ajustado a las diferentes culturas. En esta investigación, se recogió la definición del PNUD, sin que ello signifique que es posible homologar y menos aún, reducir la evaluación del desarrollo humano al IDH. Estas precisiones conceptuales son centrales al momento de ponderar la información existente y resultante de esta investigación. Lo anterior, no invalida el aporte de este estudio, sino muy por el contrario, es una invitación de la autora a perfeccionar la construcción de indicadores en forma conjunta entre los sectores institucionales relacionados con la Ciencia y Tecnología.

Los resultados del este estudio de correlación entre las variables científicas con el IDH, no tiene un equivalente nacional ni internacional. Sólo existen estudios de correlación entre el % PIB destinado a I&D con el IDH. Al respecto, los resultados de estudios Latinoamericanos, Europeos y de Estados Unidos son coincidentes con los obtenidos en esta investigación. Las reiteradas demandas de diversos sectores nacionales, tales como Universidades, Sociedades Científicas, empresarios e intelectuales en general para aumentar el porcentaje de PIB de Chile destinado a Ciencia e Investigación del 0.57 actual al 2%, encuentran en esta investigación un respaldo que amplía otro estudio nacional que establece que este aumento implicaría un crecimiento del per cápita del 15% 92, pues los beneficios del compromiso con la actividad científica tienen que ver con la calidad de vida de la población, siendo la dimensión económica sólo una variable. Por otra parte, la experiencia de los países industrializados como Estados Unidos, Japón, Unión Europea y otros, nos muestra que asumir un compromiso nacional con la actividad científica es la base del desarrollo sustentable, razón por la cual, cada uno de estos países invierten entre el 10% - 24% PIB.

Finalmente, los resultados de la relación entre la actividad científica y el IDH de Chile 1990 - 2000, así como el modelo estimativo podrían variar en el tiempo en función de un mayor número de observaciones y en la medida que la medición de la actividad científica y del desarrollo humano incorporen dimensiones y mediciones con mayor evidencia científica. Este elemento, es una invitación a continuar con esta línea de investigación en el futuro. Del mismo modo, es necesario fortalecer la búsqueda y/o creación de indicadores de la actividad científica que permitan facilitar la comunicación entre los intelectuales investigadores, los tomadores de decisiones y empresarios y con ello contribuir a la búsqueda de soluciones sustentables para la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arenas G. La cooperación científica y tecnológica entre la comunidad económica europea y los países de A. Latina: evaluación y perspectivas. Cinda.1996.

Bravo J. Reformas de Salud e Investigación en Políticas y Sistemas de Salud en Chile.

Cámara de Diputados de Chile. Ciencia y Tecnología. Desafíos frente al próximo siglo. Chile. 1997.

Rodas P. CEPAL. La Medición del Desarrollo Humano: una tarea interminable y polémica. México. 2000.

CINDA (Centro Interuniversitario del Desarrollo). Programas de Posgrado en Argentina, Brasil y Chile: Características y Proyecciones. CINDA. 1996.

Comisión Rol del Estado en la Educación Superior. Minsal.2000

CONICYT. El sistema de ciencia y tecnología de Chile. Chile. 1994.

CONICYT. Indicadores Científicos y Tecnológicos. Departamento de información Conicyt. 1998.

CONICYT. Panorama Científico. Chile. 1999.

Diccionario de la Lengua Española, Tomo I. Real Academia Española. 1992.

Escuela de Salud Pública de la Universidad de Chile. Optimización de la Formación de Postgrado en Salud Pública en Chile. U. de Chile. 2000.

Feller E. Reflexiones sobre la Experiencia de algunos programas de los Estados Unidos para la cooperación Científica t Tecnológica con A. Latina. Cinda. 1996.

Frascati. Manual de Frascati 2002. Fundación Española de Ciencia y Tecnología. 2002.

Frenk J. La Salud de la Población. Hacia una nueva salud pública. México.1993.

González M. La Investigación esencial en Sistemas de Salud. Instituto Nacional de Salud Pública México. 1994

ISI Thomson Scientific. 2001.

Laurell A. La Política de Salud en el contexto de las Políticas Sociales. IV Congreso Latinoamericano de Ciencias Sociales y Medicina. México.1997.

Lavados I. Cooperación internacional en ciencia y tecnología. Cinda. 1996.

Lavados I. Financiamiento de la actividades de investigación y desarrollo. Cinda. 1994

Lolas F. Bioética y Antropología Médica. Editorial Mediterráneo.2000.

Martínez C. Perspectivas de la Cooperación Internacional.Cinda.1996.

Martínez C. Universidad-Sector Productivo. Nuevas Formas de Vinculación. CINDA. 1993

Mason O. La experiencia de la OEA en materia de cooperación en Ciencia y tecnología para el desarrollo. Cinda. 1996.

Mayorga R. Financiamiento del BID al desarrollo de la ciencia y tecnología en A. Latina y el Caribe. Cinda. 1996

MECESUP (Mejoramiento de la Equidad y Calidad de la Educación Superior)

Ministerio de Educación Cultural y Deporte. Recursos para la Investigación.2001

Ministerio de Educación. Marco Legal del Sistema de Educación Superior. 2000

Ministerio de Educación Pública. Decreto con Fuerza de Ley N° 4 de 14 de enero de 1981. Financiamiento de las Universidades.

Ministerio de Educación Pública. Decreto Ley N° 50 del 19 de noviembre 1981.

Ministerio de Educación Pública. Decreto Supremo N° 720 de 12 de marzo de 1982. Financiamiento de la Universidades.

Ministerio de Educación. Plan Nacional Ciencia y Tecnología para el Desarrollo de Chile. 1998.

Ministerio del Interior. Editorial Jurídica Cono Sur Ltda. 1997.

Norero C., Rosselot E. Revista Médica Chile 2001 ; 129 (13): 317-323

OCDE. Manual de Frascati. Fundación Española Ciencia y tecnología. 2003

OMS. Salud, Crecimiento Económico y Reducción de la Pobreza. OPS. 2003. Estado de la Ciencia.

OPS. Publicación Científica: aspectos metodológicos, éticos y prácticos en ciencias de la salud. OPS. 1994.

Pellegrini A. Bases para la formulación de políticas de ciencia y tecnología en salud en A. Latina. Bol of Sanit Panam 116(2),1994.

Pellegrini Alberto. Ciencia en Pro de la Salud. OPS. 2000.

Pellegrini A. Science for Health: notes on the organization of scientific activity for the development of health in Latin America and the Caribbean. 2001.

PNUD. Índice de Desarrollo Humano en Chile 1990-1998. PNUD. Chile.

PNUD. Informe sobre Desarrollo Humano 2001.

Polino C. Divulgación científica y medios de comunicación. Argentina.2001.

Programa de grados Académicos. Facultad de Medicina, U. de Chile.2001

Rubio S. Glosario de la Economía de la Salud. Ediciones Díaz de Santos, S. A. 1995.

Samaniego A. Las Universidades Públicas.LOM Ediciones. 2001

.Sepúlveda C., editor. Diccionario de términos económicos.Editorial Universitaria.1996

Sistema de Fondos Tecnológicos. Ministerio de Economía. 1998.

Stockins B. Revista Médica Chile 2000; 128 (12): 1389- 1395.

Thais L. Cooperación Técnica del PNUD en materia de ciencia, tecnología y desarrollo productivo.Cinda. 1996.

50. UNESCO. World Conference on Science: América Latina y el Caribe. 1999.

Universidad de Chile. Encuentro de investigación. U. de Chile. 2000.

Universidad de Chile. Estatuto de la Universidad de Chile.

Universidad de Chile. Plan Estratégico de desarrollo: Un Camino de Renovación de la Salud Pública en la Universidad de Chile. 2000.

Universidad de Chile. Recursos Humanos en Salud, Formación y Acreditación. División Extensión Biomédica. 1999.