

# SisTémica

*Diciembre 2012 Número 7*

Sistémica

*Revista de la Facultad de Ingeniería, Nutrición y Administración*

S  
i  
s  
t  
é  
m  
i  
c  
a

S  
i  
s  
t  
é  
m  
i  
c  
a

# SISTÉMICA

Diciembre 2012 Número 7

Sistémica

S  
i  
s  
t  
é  
m  
i  
c  
a

S  
i  
s  
t  
é  
m  
i  
c  
a

Revista de la Facultad de Ingeniería, Nutrición y Administración



unifé  
UNIVERSIDAD FEMININA DEL SAGRADO CORAZÓN



Periodicidad: Anual  
Distribución por suscripción o canje

Diagramación e impresión Grafimag S.R.L.  
Jr. Ica 713 Lima - Perú

*El contenido de cada artículo es de responsabilidad  
exclusiva de su autor o autores y no compromete  
la opinión de la revista*

**Facultad de Ingeniería , Nutrición y Administración - UNIFÉ**  
Av. Los Frutales 954, Urb. Santa Magdalena Sofia , La Molina  
Teléfono:4364641 - 4341885 (Anexo 303)  
Fax 4350853 - Email: facing@unife.edu.pe  
www.unife.edu.pe  
Lima- Perú

---

# unife

## SISTÉMICA

Revista de la Facultad de Ingeniería, Nutrición y Administración  
Universidad Femenina del Sagrado Corazón

R.Sist

Volumen 7, 2012, Diciembre

ISSN 2307-468X

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2001-2075

**Editora:**

Eulalia Calvo Bustamante

**Comité Editorial:**

Gloria Valdivia Camacho

Rosa Zavaleta Cabrera

**Comité Científico Nacional:**

Elga García Aste

Universidad Femenina del Sagrado Corazón.

Juan Fernández Chavesta

Universidad Femenina del Sagrado Corazón.

Mercedes López García

Universidad César Vallejo –Trujillo.

Bertha Ulloa Rubio

Universidad César Vallejo –Trujillo.

Gloria Valdivia Camacho

Universidad Femenina del Sagrado Corazón.

Norma León Lazcano

Universidad San Martín de Porres.

Gladys Kuniyoshi Guevara

Universidad Femenina del Sagrado Corazón.

**Comité Científico Internacional:**

Estrella María de la Paz Martínez

Universidad Central “Marta Abreu” Las Villas – Cuba.

Alberto G. Canen

Universidad Federal de Rio de Janeiro – Brasil.

Paul Paredes Portella

Diplomático.

Walter Perea Villacorta

Escuela Superior de Comercio de Clermont, Francia.

Ángel Guillermo Coca Balta, DSC

Universidad Estadual Norte Fluminense-Brasil.



## CONTENIDO

• Decisiones hacia el fortalecimiento de la zona Euro, actualizaciones, las incidencias en la economía peruana y alternativas peruanas para su desarrollo económico <i>Decisions towards the strengthening of the euro-zone updates, the incidents in the peruvian economy and alternatives for his economic development.</i> Paúl Paredes Portella.....	9
• Un modelo dinámico sistémico de Asignación de tráfico para el sistema de transporte público urbano de pasajeros <i>A dynamic systemic model of traffic assignment for the system of passengers' public urban transport</i> Santiago E. Contreras Aranda y Bertha Ulloa Rubio.....	21
• La Dinámica de Sistemas y los Límites de crecimiento <i>Systems dynamics and the limits to growth</i> Marco Aurelio Zevallos y Muñiz Danilo Gómez Peñaherrera.....	45
• Tutoría Universitaria <i>University tutorship</i> Marco Aurelio Zevallos y Muñiz.....	57
• Negocios Electrónicos y las Tecnologías de Información <i>The electronical business and the information technologies</i> Gladys Kuniyoshi Guevara.....	69
• Propuesta para evaluar estudiantes universitarios de la especialidad de Educación Primaria : área de Matemática <i>Offer to evaluate university students of the speciality of Primary Education: area of Mathematics</i> Eulalia Calvo Bustamante.....	75
• La Innovación Tecnológica como motor de desarrollo económico en el Perú <i>The technological innovation like engine of the economic development in Perú</i> Gloria Valdivia Camacho.....	95
• Artículos Breves Relación entre lactancia materna y osteoporosis <i>Relationship between breastfeeding and osteoporosis</i> Héctor Pereda Serna.....	107
• La leche evaporada y sus contraindicaciones para lactantes <i>The evaporated milk and their contraindications for infants</i> Héctor Pereda Serna.....	113

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD FEMENINA  
DEL SAGRADO CORAZON**

Rectora	Dra. Elga García Aste
Vicerrectora Académica	Dra. Victoria García García
Vicerrector Administrativo	Dr. Fernando Elgegren Reátegui

**CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERÍA,  
NUTRICIÓN Y ADMINISTRACIÓN**

Decana	Dra. Gloria Valdivia Camacho (hasta 7 de Octubre 2012)
Decano	Dr. Juan Fernández Chavesta (desde 8 de Octubre 2012)
Jefa del Departamento Académico de Ciencias y Administración	Dra. Eulalia Calvo Bustanante
Directora del Programa Académico de Ingeniería de Sistemas y Gestión de Tecnología de Información	Dra. Gladys Kuniyoshi Guevara
Directora de Programa Académico de Nutrición y Dietética	Dra. Marinalva Santos Bandy (hasta 2 Abril 2012) Lic. Yadira Jiménez Arrunátegui (desde 3 Abril 2012)
Director del Programa Académico de Administración de Negocios Internacionales	Dr. Juan Fernández Chavesta (hasta 16 de Octubre 2012) Lic. Enrique Valdivia Rivera (desde 17 de Octubre 2012)
Representante de Docentes	Dra. Isabel Berrocal Martínez
Representantes de Alumnas	Ximena Alessandra Manrique Ampuero Giovanna Leonor García Flores Meberly Milagros Reynoso Tolentino Ethel Kristel Sánchez Maslucán Romy Lucien Toledo Benavides Yoseline Guadalupe Santa Cruz Saavedra(Accesitaria)

## PRESENTACIÓN

La Facultad de Ingeniería, Nutrición y Administración, de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón, hace entrega a la Comunidad Universitaria el N° 7 de la Revista Sistémica, que renueva el compromiso de difundir un conjunto de artículos escritos por los catedráticos de nuestra Facultad.

Este esfuerzo Académico es posible gracias a la Política de investigación que emprende el Vicerrectorado Académico y que el Departamento Académico de ciencias y Administración implementa con sus Docentes, con el objetivo de lograr los niveles de excelencia y competitividad.

En el presente número Paúl Paredes Portella desarrolla los elementos claves de los resultados de la cumbre Europea del 28 y 29 de junio 2012 y su repercusión en la estabilización del Euro.

Santiago Contreras Aranda y Bertha Ulloa Rubio, presentan una reflexión sobre un Sistema de Transporte " ST" en particular el sistema de Transporte Público Urbano de pasajeros teniendo como herramientas el análisis del pensamiento científico y el pensamiento Sistémico.

Marco Aurelio Zevallos y Muñiz y Danilo Gómez Peñaherrera nos presenta el análisis y la importancia de la dinámica de Sistemas y su aplicación en el crecimiento Económico.

Marco Aurelio Zevallos y Muñiz desarrolla en este artículo los lineamientos para implementar un Plan de Acción Tutorial.

Gladys Kuniyoshi Guevara, hace un análisis del Desarrollo de los negocios electrónicos, a partir del uso de la Tecnología de información y comunicación.

Eulalia Arminda Calvo Bustamante presenta una propuesta para evaluar el estudio de Matemáticas en estudiantes Universitarios de la especialidad de Educación Primaria.

Gloria Esther Valdivia Camacho, relaciona el crecimiento sostenido de la Economía con el uso de la innovación Tecnológica, apoyado por proyectos innovadores de jóvenes escolares, universitarios, científicos y empresarios.

Hector Pereda Serna, presenta una investigación sobre la relación entre la Lactancia Materna y la aparición de enfermedades crónicas, como la osteoporosis.

Nuestro agradecimiento a las Autoridades de la UNIFÉ, por su apoyo permanente. Asimismo, a la jefatura del Departamento de Académico de Ciencias y Administración, al comité Editorial y sus Docentes por su colaboración, esperando su contribución para los siguientes números de la Revista Sistémica.

**Dr. Juan Fernández Chavesta**  
Decano de la Facultad de Ingeniería  
Nutrición y Administración





## DECISIONES HACIA EL FORTALECIMIENTO DE LA ZONA EURO, ACTUALIZACIONES, LAS INCIDENCIAS EN LA ECONOMÍA PERUANA Y ALTERNATIVAS PARA SU DESARROLLO ECONÓMICO

*Decisions towards the strengthening of the euro-zone updates, the incidents in the peruvian economy and alternatives for his economic development.*

**El Euro, Evolución y Desarrollos con proyecciones al 2013.**

**El Consejo Europeo de Bruselas del 28-29 de junio del 2012 y las reuniones del Euro Group y EcoFin en Bruselas, respectivamente el 9 y 10 de julio de 2012.**

*Paul Paredes Portella\**

### **Resumen**

*El tema de la Euro Zona y del Euro mismo se encuentra en constante evolución, e inclusive ahora, en momentos en que se redacta este artículo, la coyuntura y los mercados internacionales se presentan fluidos, inciertos. El Euro tiene por delante una evolución cargada de vicisitudes aún cuando el autor considera que finalmente la moneda común de la Zona Euro quedará estabilizado y fortalecido a partir de medidas fiscales de carácter obligatorio en toda esa región (1).*

*El presente informe tiene una parte introductiva para situar el tema, presenta los elementos clave del mismo y procede a desarrollar los resultados de la Cumbre Europea (Consejo Europeo) del 28 y 29 de junio de 2012 con cierto detalle, porque ésta marca un derrotero hacia la estabilización del Euro. De otro lado, expone el contexto de las negociaciones en la Cumbre, las reacciones de los mercados y, los últimos desarrollos.*

*Así como en la vida, en economía, existe una concatenación continua, de ahí que en la parte final del artículo se señala porqué el fortalecimiento del euro tiene incidencia en la economía peruana y cuáles deberían ser las medidas correctivas para hacer frente a la situación presente que mantiene un Euro debilitado y una economía global recesiva al menos hasta el horizonte 2012-2013.*

*Palabras Clave: Eurozona, Euro, Mecanismo Europeo de Estabilidad, MEE; Euro Group, ECOFIN, políticas de estabilización, política fiscal, política monetaria, cíclico, recurrente, devenir, globalización, sistema capitalista, Crash de 1929, Crisis Financiera Internacional 2007-2008.*

### **Abstract**

*The theme of the Euro zone and the Euro is constantly evolving, and even now, in moments in which we write this article, the general situation and that of the international markets are fluid. The Euro has in front of it an evolution charged of uncertainties, even though, the author considers that finally the common currency of the Euro zone will be stabilized and strengthened with fiscal measures of mandatory status in all the region.*

*This report has an introductive part, to place the subject, presents the key elements of this and proceeds to develop the results of the European Summit (European Council) on the 28 and 29 June 2012 in some detail, because this international event marks a course towards the stabilisation of the Euro. On the other hand, it exposes the context of the negotiations at the Summit, the reactions of the markets and the latest developments. As it occurs in life, also in economy, there is a continuous concatenation of facts. That is why, the last part of the article indicates why the strengthening of the euro has an impact on the Peruvian economy and what corrective measures should be done or applied in Peru, to deal with the present situation which maintains a weakened Euro and a recessionary global economy at least until the 2012-2013 horizons.*

**Key words:** *Eurozone, Euro, European Mechanism of Stability, PISSED; Euro Group, cyclical, ECOFIN, policies of stabilization, fiscal politics, monetary politics, appellant, develops, globalization, capitalist system, Crash of 1929, Financial International Crisis 2007-2008.*

## INTRODUCCIÓN

Hoy como es de público conocimiento, luego de la Crisis Financiera Internacional 2007-2008, el mundo globalizado estuvo sujeto a una crisis de magnitud, en muchos casos comparable al Crash de 1929.

Lo anterior, siguiendo el curso cíclico del sistema capitalista. La crisis del 2007-2008, que muestra sus prolongaciones a la fecha, presentaría una curva de perfil tipo W. (En teoría, el sistema capitalista, estaría actualmente entrando a la segunda fase de esa curva, hacia la baja).

En ese contexto, parecería que el sistema capitalista ha entrado en una nueva fase en su devenir histórico, en el sentido, que la referida, por sus prolongaciones a la actualidad, tendría más bien un carácter intermitente o recurrente.

Por lo menos hasta el escenario 2012-2013, el mercado internacional de bienes y servicios, las finanzas internacionales y el crecimiento global de las economías mostrarán signos recesivos, lo cual ciertamente, como en un efecto dominó, incidirá a su vez negativamente, en la economía mundial. Es en ese contexto global que hay que ubicar lo que ocurre actualmente con el Euro (2).

La Unión Europea, y específicamente los países de la Zona Euro, a partir de una situación de excesivo endeudamiento y déficit presupuestal, en cuyo origen estuvo inicialmente Grecia (3), pero que otros países habían seguido el mismo temperamento, se encontró con líderes europeos, en su conjunto vacilantes en el proceso decisional, lo que trajo como resultado, en un mundo globalizado e inmediatista, movimientos especulativos de los mercados que presionaban al euro hacia abajo. Esta situación ha recrudecido en especial desde el 2010.

Los mercados tendían a reaccionar, muchas veces especulativamente, y de manera inmediata, mientras que los gobiernos efectuaban medidas correctivas tardías, no suficientes o ex-post, con lo que puede concluirse que las mismas aparecieran muchas veces como insuficientes o fuera de lugar, dando lugar a un proceso continuo de especulación internacional.

De ahí que un país, Grecia, con un PBI que representa un porcentaje marginal del total de la Zona Euro, por un efecto de contagio, no solo dejó afectada la estabilidad del euro, sino también, progresivamente la de otros países con similares características (endeudamiento y déficit presupuestal excesivos), los que se vieron a su vez sujetos a las mismas presiones especulativas por parte de los mercados. Me refiero a los denominados PIIGS (Sigla en inglés que denomina a Portugal, Irlanda, Italia, Grecia y España).

Lo anterior impone a la Zona Euro a llevar medidas concretas tendentes a una economía más centralizada, integrada y armónica, al menos en los ámbitos financiero, fiscal (ingresos y egresos) y bancario.

En otras palabras, el hecho de tener una moneda común, debería tener como lógica correspondencia un comportamiento macroeconómico similar, a nivel fiscal (gasto público, impuestos). A largo plazo resulta insostenible que, en una zona de moneda común, un país practique una disciplina fiscal mientras que otro gaste irrestrictamente. Esto produce las distorsiones que han complicado la estabilidad del euro, especialmente en los tres últimos años. (Ello no ocurre con el caso del dólar de los Estados Unidos, moneda de reserva, toda vez que hasta ahora dicho país se irroga la potestad de inundar el mercado mundial de dólares, sin sufrir las presiones que vive el euro. De paso a grosso modo cada año, desde el 2008, al origen de la crisis financiera internacional con el colapso inmobiliario en ese país (subprimes), Estados Unidos coloca inorgánicamente en el mercado mundial un billón de dólares. Si bien el dólar mantiene una paridad con el euro y otras divisas, esta emisión inorgánica se demuestra con el aumento de los precios de las materias primas, oro y petróleo, entre otros, que tienen una oferta finita cada año). (4) (5)

En esta Introducción, resulta consecuente actualizar el artículo con los últimos desarrollos en la Zona Euro, a diciembre 2012, lo que muestra la fluidez en que se desenvuelve esta delicada materia. La novedad positiva de estos días de diciembre 2012, es el paquete de rescate a Grecia. Otros datos favorables son que los rendimientos de los bonos en gran parte de la periferia han caído a mínimos nunca vistos desde 2011, y que los precios de las acciones están igualmente a bajos niveles comparativamente hablando.

La crisis no ha terminado, pero en estos momentos se podría comenzar a avizorar que el trabajo institucional más difícil en la Zona Euro ya se ha hecho, especialmente desde las reuniones de junio y julio del 2012, que son materia del presente artículo. De ahí que se podría afirmar, en adelante el escenario debería presentarse más fácil.

Sin embargo, la complacencia es un enemigo y la latencia de la crisis del euro sigue siendo peligrosa. Al inicio de la crisis del euro, la mayor amenaza era una crisis financiera debido a una pérdida de confianza que incidía como en espiral en los bonos soberanos y en la solvencia bancaria.

Esa amenaza ha disminuido en gran medida, gracias en parte a las acciones del Banco Central Europeo, especialmente a partir de la ejecución de las operaciones del BCE de refinanciación a largo plazo, especialmente, desde junio y julio de 2012. No obstante, como todo es dinámico en economía, ahora la amenaza a la Zona Euro se ha reciclado, me refiero al deterioro macroeconómico dentro de la Zona euro y a los cambios políticos, desde las poblaciones opuestas a mayores disciplinas y a los Gobiernos cada vez más dubitativos, respecto de las políticas de ajuste.

Por ejemplo, si bien Grecia puede mantenerse en la Zona Euro, dicho país sigue atravesando una grave recesión desde hace más de 5 años completos, y no es probable que tenga crecimiento sino desde el 2014. El desempleo griego es de más del 25% de la PEA y el desempleo juvenil es del 57%. Lo anterior explica la frustración de los griegos vis-a-vis la economía y las políticas gubernamentales de austeridad, lo que podría tener como resultado su eventual salida de la Zona Euro. En caso ello ocurriera, las presiones en contra del Euro volverán y con ello el efecto de contagio.

A este último respecto cabe anotar que Grecia no es el único país con perspectivas negativas en materia de empleo. España tiene un desempleo superior al 26% y la tasa de desempleo juvenil es del 50%. Italia muestra igualmente indicadores negativos de desempleo. Igualmente se dan situaciones de desempleo preocupantes en Portugal, Bélgica y Francia.

De ahí que el problema del desempleo en la Zona Euro es preocupante, toda vez que dicha Zona, en su conjunto va a continuar en recesión con una contracción de su economía al menos durante todo el 2013.

El problema del desempleo en la Zona Euro considero marcará en mucho la pauta del escenario a corto plazo, toda vez que su elevado nivel, traerá consigo mayores resistencias y conflictos por parte de las masas trabajadoras y, a la vez, los gobiernos se sentirán menos seguros de continuar aplicando medidas de austeridad, que justamente afectan el nivel del empleo. Y con ello dejarían de tener vigencia los esfuerzos para salvar a la moneda única.

En suma, mi lectura es que la crisis en la Zona Euro ira cediendo conforme los niveles de empleo mejoren. De no ocurrir ello, las proyecciones para el mantenimiento de la moneda única serán cada vez más desfavorables.

## **1. RESUMEN EJECUTIVO DE LA CUMBRE EUROPEA DEL 29 DE JUNIO 2012 (6)**

De la introducción se desprende que la indecisión europea, Zona Euro, ha dado lugar a movimientos especulativos cada vez más agresivos que debilitan el Euro, lo que hacía necesaria la puesta en ejecución de reformas radicales.

La Zona Euro debería en adelante reformular e impulsarse sobre la base de reformas estructurales, básicamente relativas a una política fiscal coordinada entre los países de la Zona, un Banco Central Europeo, BCE, con mayor autoridad, y atribuciones más claras de supranacionalidad, un control más estricto de todo el sistema bancario europeo. En todo caso, la aplicación de una política fiscal equilibrada entre ingresos y egresos, que sea de carácter obligatorio por parte de cada estado miembro de la Zona Euro. A la vez, se hace necesario un aumento sustantivo de recursos para los países y bancos en dificultad a través del Mecanismo Europeo de Estabilidad, MEE.

En el marco de esa nueva lógica, ha tenido lugar la Cumbre Europea (Consejo Europeo) que ha concluido el pasado 29 de junio de 2012, cuyos acuerdos dan señales positivas a los mercados y a las agencias de notación, en el sentido que la Zona Euro está dando pasos en la dirección correcta.

Lo anterior, en razón que en esta ocasión, en suma, los líderes europeos han acordado un plan relativamente ambicioso que consiste en inyectar capitales a los bancos con problemas, reducir los

costos del endeudamiento para Italia y España y han dejado de imponer mayor austeridad a los gobiernos que necesitan ayuda. Inclusive se ha adoptado un plan de recuperación que contempla una inversión de 120 mil millones de euros.

Como nos encontramos en un sistema mundial en el cual los principales socios del mundo globalizado, tomarán un tiempo para salir de la crisis y donde los mercados tienden a ser volátiles, las decisiones adoptadas en la Cumbre de la UE de junio en Bruselas, no va a significar salir de inmediato de una crisis que ha afectado a Europa durante casi tres años. A la vez, quedan interrogantes cruciales a resolver, por ejemplo cómo van a aplicarse o funcionar los rescates de los bancos, si los capitales involucrados son suficientes para rescatar a los bancos y, eventualmente, a los gobiernos, o si la empobrecida y endeudada Grecia se verá finalmente obligada a apartarse de la Zona Euro. En la actualidad ya hay estudios técnicos que consideran una salida del Euro por parte de Grecia como que no afectaría a la moneda común, aunque sí ello no sería aconsejable políticamente.

## **2. LOS RESULTADOS CONCRETOS DE LA CUMBRE EUROPEA DEL 28 - 29 DE JUNIO 2012. (7)**

- Italia y España tendrán mayor flexibilidad y tiempo en calificar para la ayuda del Mecanismo Europeo de Estabilidad, MEE o MEDE (8), que es el fondo de rescate permanente programado a entrar en funcionamiento el 1 de julio de 2012. En otras palabras, los países que cumplen con las actuales recomendaciones de política económica serán elegibles para recibir ayuda sin tener que cumplir condiciones más onerosas de las que fueron pactadas inicialmente por Grecia, Portugal e Irlanda para obtener sus paquetes financieros de rescate.

- El Mecanismo Europeo de Estabilidad, MEE, estará en posibilidad de colocar fondos en bancos españoles directamente, en lugar de tener que pasar a través del Gobierno español.

Ello ocurrirá luego de la creación a nivel del ámbito europeo del Supervisor Bancario, que constituirá el paso previo hacia el objetivo final relativo al establecimiento de un Sindicato Bancario a gran escala.

En este punto, inicialmente se había negociado que exista un solo regulador – que será probablemente el Banco Central Europeo o funcionará estrechamente ligado a éste- para supervisar a todos los bancos de Europa. En la actualidad, los bancos están regulados por los gobiernos nacionales y algunos países han sido lentos en reconocer los problemas de crédito y de cerrar sus bancos ineficientes, como ha sido el caso reciente de España.

Como parte de un amplio “sindicato bancario”, el nuevo regulador es probable que obtenga el poder de cerrar los bancos en quiebra si aquéllos nacionales no lo hacen. También se espera el establecimiento de un seguro de depósitos en toda Europa. Y los particulares de los países europeos tendrán garantizados los depósitos bancarios dentro de sus fronteras.

- Los contribuyentes no tendrán la condición de acreedor preferente frente a los préstamos de emergencia de los bancos españoles. Los prestamistas oficiales, al asumir ese rol, de acreedor preferente, han subordinado efectivamente a los tenedores de bonos de los bancos privados. Los tenedores de bonos privados, sabiendo que no tenían prioridad sobre los activos de los bancos en el caso de incumplimiento, habían exigido aún más elevadas tasas de interés por concepto de indemnización. Ello había hecho casi imposible, para los bancos españoles, recaudar financiamiento en los mercados, y solamente podían hacerlo a través de los canales oficiales.

- Habrá una relación más vinculante entre los gobiernos, sus presupuestos y la emisión de la moneda única. En otras palabras, se dará un mayor equilibrio entre la política fiscal y la política monetaria.

- Finalmente el BCE tendrá mayor ingerencia en la política monetaria, o al menos esa es la dirección hacia donde se dirigen las medidas, y según como se vea, ampliándose en cierto modo la visión de la soberanía.

## **3. TEMAS PUNTUALES EN LOS QUE AÚN NO HA HABIDO ACUERDO**

- Al menos, los prestamistas oficiales, como el MEE, aún tienen la condición de acreedor preferente de los préstamos a países distintos de España.

- De momento, el Banco Central Europeo, BCE, no ha dispuesto nada novedoso en el lado monetario de la economía, en complemento de las medidas fiscales.

En el pasado, el BCE había hecho disponible el crédito cuando las autoridades fiscales de países de la Zona Euro habían mostrado disciplina en su gasto.

Otro elemento al pasar, los Ministros de Economía y Finanzas de la Zona Euro y de la Unión Europea, estaba previsto que se reunían, respectivamente el 9 y 10 de julio de 2012, para establecer de manera detallada, a nivel técnico y político, los acuerdos alcanzados en Bruselas, por ejemplo, cómo funcionará el rescate a los bancos, si los bancos acreedores tendrán que asumir pérdidas en sus inversores o si los contribuyentes también serán afectados.

- Otra forma en que el Banco Central Europeo podría aliviar las condiciones de crédito sería lanzar una tercera ronda de préstamos a largo plazo en favor de los bancos.

- El BCE podría volver a comprar los bonos de los países en crisis en el mercado secundario. El BCE dejó de hacerlo en febrero bajo la presión de Alemania. Pero esto volvería a hacerse a través del MEE.

- El MEE, en cuanto a fondos de rescate, todavía está limitado a un máximo de € 500 mil millones (633 mil millones dólares). Es de señalar que el volumen de tal cantidad es relativamente modesto si se tiene en cuenta que solo Italia y España deben Euros 3.1 billones en bonos, letras y préstamos.

Un mayor impulso para aliviar aún más la crisis, sería que el MEE pudiera prestarse, probablemente del BCE, con lo que habría un mayor volumen y capacidad de apalancamiento para recaudar más capitales. No obstante, ello también aumentaría la exposición del BCE frente a posibles pérdidas.

- Con excepción de Grecia, los países deudores no han obtenido ninguna reducción en los volúmenes de deuda.

- Alemania todavía se opone firmemente a la emisión del euro bonos, los Eurobonds, deuda que estaría garantizada conjuntamente por todos los estados europeos. Este es un tema que ha sido evocado

por Francia y otros países y que en algún momento será materia de discusión y toma de decisiones.

#### 4. LAS NEGOCIACIONES EN LOS PASILLOS

Como analistas políticos, es interesante hacer seguimiento de las negociaciones entre bambalinas que llevaron a los resultados antes indicados.

Alemania, país líder de Europa y de la Zona Euro (por tener un mayor equilibrio fiscal y competitividad, que se manifiesta en una balanza comercial intra europea que le es sensiblemente favorable), mantuvo desde el inicio una posición conservadora, básicamente siguiendo el parámetro de “no hay responsabilidad sin supervisión”, en el sentido que había urgencia de un mayor control al sistema bancario y que era necesario un acuerdo de crecimiento con disciplina fiscal. Países Bajos y Finlandia compartieron tal temperamento. Siendo Finlandia el país que tiene una posición incluso más rígida que Alemania en relación a los países y bancos en dificultad.

Al otro lado de la mesa de negociaciones estaban los países que presentan problemas de carácter financiero, especialmente España e Italia, quienes se negaron a aceptar todo acuerdo de crecimiento en disciplina para la UE a menos que Alemania y sus aliados acordaran medidas de corto plazo que coadyuvaran a superar la presión que viven por parte de los mercados financieros. El apoyo de Francia a esta última posición trajo como resultado el sentido de los acuerdos que hemos enunciado, en donde Alemania y sus aliados tuvieron que ceder posiciones.

#### 5. PRIMEROS DESARROLLOS DE LA CUMBRE DE BRUSELAS DEL 28 y 29 DE JUNIO DE 2012 Y REUNIONES DEL EUROGROUP Y DEL ECOFIN, RESPECTIVAMENTE DEL 9 Y 10 DE JULIO DE 2012 (9) (10).

Es de destacar que un primer desarrollo de la Cumbre ocurrió con las reuniones de los Ministros de Finanzas de la Zona Euro, denominado EuroGroup, celebrada en Bruselas el 9 de julio 2012, así como con la de los Ministros de Economía y Finanzas de la Unión Europea, llamada ECOFIN, realizada en la misma capital el 10 del mismo mes.

Se precisa que los acuerdos técnicos del Eurogroup son convalidados por los Ministros de Economía y Finanzas de la UE, en el Consejo de Asuntos Económicos y Financieros de la UE, ECOFIN, lo que ocurrió el 10 de julio 2012.

### Temas abordados

#### ➤ ¿Crédito a bancos españoles

En la noche del lunes 9 al martes 10 de julio 2012, los ministros de finanzas de la Eurozona, EuroGroup, acordaron poner a disposición de España 30 mil millones de euros en el curso del mes de julio para ayudar a sus bancos en dificultades. Ello se concreta con un memorandum de entendimiento para España firmado formalmente hacia la segunda mitad de julio, en tanto que los 30 mil millones de euros (\$ 37 mil millones de dólares) estarán disponibles para fines de ese mismo mes.

Como se conoce, España, ha estado sometida a la severa presión de los mercados, y en la Cumbre Europea del 28-29 de junio pasado había recibido de la Zona Euro una línea de 100 mil millones de euros para ayuda directa. El plazo de devolución había sido de 15 años, con deficiencia de la tasa de interés.

#### ➤ Déficit público español

Con el objetivo de mantener el momentum político creado por la Cumbre de la UE de junio, los ministros igualmente han acordado prorrogar el plazo hasta el 2014, para que España pueda reducir su déficit público hasta el límite de la UE del 3,0 por ciento anual.

A este respecto, los ministros de finanzas han dejado en claro que España debe aplicar las medidas necesarias para poner sus finanzas públicas en consonancia con las normas de la UE, entre otros: incremento al impuesto del valor agregado IVA, ampliar el horario de trabajo de la administración pública, crear instituciones financieras españolas que se encarguen de administrar los activos tóxicos, inmobiliarios, por ejemplo. Más importante, la supervisión trimestral de su ejecución presupuestal.

Se debe señalar que el déficit público en España - el déficit de ingresos respecto del gasto -, se esperaba fuera del orden de un 6,3% del PBI para el 2012, de un 4,5% en 2013 y del 2,8% en 2014.

Este debate sobre las cifras muestra que el panorama financiero español no está definido, en razón que, por ejemplo, en 2011 su cifra de déficit público se situó en el 8,9%, por encima del 8,51% calculado originalmente y arriba de la meta para ese mismo año que era del 6.0%.

#### ➤ Mecanismo Europeo de Estabilidad- MEE

Otro desarrollo importante del evento ha sido el relativo al Mecanismo Europeo de Estabilidad, MEE. La Cumbre de junio de la UE acordó que el MEE, que debería estar vigente a partir del primero de julio en curso, será capaz de inyectar fondos directamente en los bancos necesitados, a condición de que se establezca un nuevo supervisor que el Banco Central Europeo, BCE, está actualmente poniendo en marcha, para evitar que se aumente la carga de la deuda del Estado afectado.

Está claro que en este caso específico, el estado en donde está domiciliado el banco en dificultad, no tendría que proporcionar garantías sobre la financiación del mismo.

Del mismo modo, se considera importante que el nuevo supervisor - que se constituirá en relación estrecha con el Banco Central Europeo - se ponga en funcionamiento rápidamente.

Como se conoce, el antecesor del MEE, es el Fondo Europeo de Estabilidad Financiera (FEEF) que se creó en 2010 después del primer plan de rescate griego. Luego se hizo evidente que Irlanda y Portugal también tendrían que ser rescatados, para los cuales se canalizaron recursos desde esta facilidad.

Como se indicó líneas arriba, el MEE tiene fondos por 500 millones de euros. Se suponía que debía estar operativa a partir del 1ro de julio 2012. Su puesta en marcha se ha retrasado un tanto, en razón que la ratificación final aún está pendiente por parte de algunos estados miembros.

#### ➤ Baja de las tasas de interés del Euro

Entretanto, el BCE el 5 de julio acordó bajar un 0.25% sus tasas de interés, siendo éstas ahora del orden del 0.75%, y la tasa de interés para los depósitos será del 0% (antes 0.25%). El objetivo de la medida es dar más liquidez a los mercados.

### ➤ **Posición sui generis de Finlandia**

Como se ha informado anteriormente, Finlandia tiene una posición más reticente en el marco de la Eurozona, incluso más rígida que Alemania. Por ejemplo, este país se opone a la compra de bonos gubernamentales en el mercado secundario.

Uno de los resultados de la Cumbre UE (Consejo Europeo) del 28-29 de junio pasado, es el nuevo Mecanismo de Estabilidad Europea, MEE, que podría hacer compras masivas en el mercado secundario de estos bonos. Para bajar el nivel de rendimiento de los mismos y, a la vez, hacer factible que el estado afectado pueda prestarse capitales en mejores condiciones. En el pasado, el BCE había hecho tales operaciones. La posición de Finlandia es de oposición decidida a esta fórmula.

Otro aspecto relevante del punto de vista finés en el marco de la Eurozona, es que este país está determinado a recibir garantías (colateral) en caso participe en el financiamiento de bancos españoles. El Ministro de Finanzas de Finlandia, Jutta Urpilainen, ha informado que las negociaciones respecto de las garantías se iniciaban en la segunda semana de julio y así sucedió, habiendo sido el único país de la Zona Euro en exigir y obtener tales garantías. Es de recordar que durante el rescate de Grecia, Finlandia tuvo la misma posición, pero los términos de la misma fueron considerados tan onerosos que ninguna otra nación acompañó a Finlandia. En el caso de España, Países Bajos inicialmente habían adelantado pero no lo concretaron, en el sentido que,.. eventualmente, también estarían interesados en negociar tales garantías.

## **6. COMENTARIOS RESPECTO DE LA CUMBRE DE BRUSELAS Y SUS ULTERIORES DESARROLLOS: LAS REUNIONES DEL EUROGROUP Y DEL ECOFIN DE JULIO 2012**

De los desarrollos antes enunciados como resultado de la Cumbre de Bruselas, es decir las decisiones a nivel del Eurogroup y EcoFin, se puede constatar que éstos progresan y que se ha configurado un momento político, favorable al euro, y que los países de la Zona Euro tratan ahora de capitalizar, poniendo en la práctica de manera detallada las decisiones alcanzadas en la Cumbre de Bruselas.

Es de destacar que, luego de la Cumbre de Bruselas, los mercados reaccionaron favorablemente, situación que se mantuvo durante algunos días. Como nos encontramos en un ambiente altamente especulativo y a la vez plagado de incertidumbres, los mercados nuevamente muestran signos de escepticismo.

Para los mercados, una manera de salir del ambiente volátil actual, es ver resultados concretos respecto de las medidas adoptadas en la citada Cumbre, tendentes a restaurar la credibilidad del euro. El elemento clave a este respecto es que las medidas en su conjunto conduzcan a la Zona Euro a un sistema en que la política fiscal sea aplicada de manera conjunta y, de ser posible compulsiva, por todos los miembros de la Zona de la moneda única. Inclusive ha habido países que se han referido a penalidades en caso de incumplimiento.

Como se ha señalado al inicio de este artículo, las medidas en curso apuntan en esa dirección, lo que finalmente significa que la Zona Euro tendrá que necesariamente profundizar su grado de integración estableciendo un relativo equilibrio entre los ingresos y los egresos a nivel de cada país miembro.

## **7. ÚLTIMOS DESARROLLOS EN JULIO Y AGOSTO 2012**

En los últimos días vuelven las corrientes especulativas, alimentadas por un ambiente internacional recesivo. Se ha especulado por ejemplo que el BCE o el MEE intervendrían en el mercado secundario para comprar parte de la deuda soberana de los países más endeudados, lo que en suma aliviaría las presiones que sufre el euro.

No obstante lo anterior, el autor considera que el Euro finalmente saldrá fortalecido de este período turbulento, merced a una serie de medidas que los decisores políticos, especialmente Alemania, se verán forzados a llevar adelante:

- Un mayor federalismo en el marco europeo, especialmente a nivel económico, fiscal y bancario, toda vez que el monetario ya existe con la moneda común.



- Políticas fiscales coordinadas y obligatorias entre los países miembros de la Zona Euro, en el sentido de buscar equilibrar a nivel de cada país los ingresos con los egresos.
- Una efectiva unión bancaria.
- Una mutualización de la deuda pendiente
- Política de crecimiento económico moderada para aliviar la presión social en los países más afectados por la crisis. Esta última, que si bien podría aparecer como contradictoria de la primera, se impone en la situación presente, por eso el autor se refiere a políticas de crecimiento moderadas.

La alternativa es el colapso de la Zona Euro y de la moneda común, lo que significaría costos económicos y políticos de imprevisibles consecuencias para la Unión Europea, al menos gravemente ruinoso para ella, pero a la vez con una marcada incidencia negativa para la economía globalizada.

## **8. CÓMO UNA EVOLUCIÓN FAVORABLE DE LA ZONA EURO TIENE INCIDENCIA PARA EL PERÚ (11) (12)**

Es innegable que un euro fortalecido es necesario para la estabilidad de los mercados internacionales y, en suma, para la economía mundial. De este modo, los intercambios económicos, financieros y comerciales se hacen más previsibles.

Para el Perú, constituyendo los países de la Zona Euro y la UE el segundo grupo comercial y el primer inversionista, resulta de crucial importancia contar con un socio estabilizado, de forma tal que numerosas áreas clave de nuestra economía se canalizan hacia ese mercado, o provienen de él, con el fin de que se dinamicen.

Cabe destacar que uno de los factores que apuntan a una baja sensible en las exportaciones peruanas para el 2012-2013, respecto de las previstas originalmente, es justamente la crisis en la Zona Euro que incide negativamente en sus importaciones, inversiones y turismo. Otros factores que tienen esta misma incidencia, es la economía norteamericana que presenta altibajos, la baja en la producción china, así como los crecimientos menores a los previstos en

numerosos socios comerciales del Perú, tales como Brasil, Argentina, India, Japón, etc.

De ahí que el fortalecimiento del euro y la estabilidad de la Zona Euro significará el incremento sostenido de nuestras exportaciones a los mercados comunitarios, ante el aumento de la demanda interna; el acceso a recursos financieros e inversiones en nuestro país, resultante del aumento de los flujos de crédito y financiamiento; el incremento de pedidos para los destinos turísticos más lejanos, culturales o exóticos como el Perú, ante una mayor demanda de los consumidores europeos que contarán con ingresos incrementados; la mayor cooperación científico-tecnológica, cultural, etc. como producto de la propia estabilidad y crecimiento dentro de la UE y de la Zona Euro. Esto debería ocurrir, en un contexto positivo, más allá del horizonte 2012-2013.

## **9. ACCIONES INTERNAS QUE DEBERÍA LLEVAR ADELANTE EL PERÚ ANTE LA SITUACIÓN DE INESTABILIDAD EN LA ZONA EURO Y EN EL CONTEXTO MUNDIAL PARA EL ESCENARIO 2012-2013**

Nuestro país tiene un modelo de crecimiento hacia afuera y toda coyuntura externa lo afecta de manera más o menos inmediata, con la baja en las exportaciones, en los flujos de inversión o de turismo, debido a la situación externa difícil que, como ya hemos visto, tendrá incidencia negativa para la economía nacional.

Pero, no bastan las cifras macroeconómicas favorables como ocurre en el Perú que desde hace ya más de una década crece económicamente (desde los 90), si al mismo tiempo la mayoría de la población se siente excluida y cuando existen bolsones de pobreza y elevados porcentajes reales de pobreza extrema y relativa.

Se deben cubrir las necesidades básicas de la población, como la educación, la salud y la salubridad, así como su mejor acceso al mercado de consumo, en especial de aquélla que reside en las zonas marginales de los centros urbanos, en las zonas rurales.

El modelo de crecimiento hacia afuera trae consigo una relación con el exterior y una dependencia, y toda

coyuntura externa afectará al Perú de manera más o menos inmediata. Las proyecciones de la economía mundial al menos para los años 2012 y 2013 son recesivas (limitado crecimiento de los más relevantes socios comerciales), por lo que es de prever una incidencia negativa para el Perú con una baja en las exportaciones, en los flujos de inversión extranjera o de turismo provenientes del exterior.

Respecto de lo anterior, los signos ya se hacen patentes en las proyecciones que hace periódicamente el BCRP, con correcciones a la baja de nuestras exportaciones para este año y el incremento del déficit en cuenta corriente. Igualmente, hay una tendencia a la baja en las inversiones de bienes de capital, lo que incidirá en la producción (13) (14).

En otras palabras, no es razonable pensar que las exportaciones peruanas, la inversión extranjera directa y el turismo del exterior mantendrán el ritmo conocido, creyendo que la economía mundial va a mejorar a corto plazo.

Más bien, urge, con alcance al corto y mediano plazo que se ajuste el rumbo de la economía poniendo énfasis en el desarrollo del mercado interno. Insisto, el mercado externo se mantendrá recesivo estos dos años. De forma tal que, cuando la coyuntura internacional cambie para bien, tendremos de un lado, un mercado interno auto sostenible y, de otro, una mejor inserción en el sistema capitalista mundial.

## 10. PROPUESTA

En ese marco, **propongo un programa de acción gubernamental para una transformación económica y social del Perú con tres ejes:**

- Movilización de las fuerzas vivas de la nación
- Desarrollo del mercado interno
- Uso moderado de las reservas internacionales

Respecto de la movilización nacional, implica al Gobierno como conductor de una mística que involucre a la ciudadanía en su conjunto teniendo como objetivo el desarrollo económico y social. En ese marco, incluyo a todas las organizaciones y las fuerzas vivas de la Nación puestas en marcha.

El segundo punto, para hacer frente de manera proactiva a la situación recesiva mundial al menos

en el horizonte 2012-2013, se debe emprender con urgencia la tarea de dinamizar la economía con el incremento sustantivo del consumo doméstico, impulsando el mercado interno, a efectos de integrar a la población peruana en su conjunto a la economía de mercado. Con ello quiero decir que el mercado interno actual no está por ahora en condiciones de suplantar a la falta de ingresos provenientes del exterior a causa de la situación recesiva internacional.

El Gobierno y el sector privado podrían promover programas internos de desarrollo social, educación, salud, infraestructura sanitaria, como también infraestructura de regadío, carretera, ferroviaria, portuaria, de alojamiento, hotelera, de restauración y de servicios higiénicos. Es necesario facilitar y mejorar el turismo interno.

En el lado productivo, impulsar la mediana y pequeña industria, la agricultura y los servicios. De este modo, se crearán más fuentes de trabajo, habrá un mayor consumo y consecuentemente un nivel de desarrollo económico, que asegure así una mayor inclusión social.

El tercer elemento clave, es que parte de las reservas internacionales tendrían que utilizarse de forma moderada y con ese destino, pero en tal magnitud como para que ese accionar cree una masa crítica que impulse el desarrollo económico y social.

No hacer uso parcial de las reservas internacionales ahora de manera productiva, para desarrollar el mercado interno y hacer frente a la situación depresiva internacional, significará que el Perú, en un año o dos, tendrá que echar mano, forzosamente de tales reservas, esta vez de manera improductiva, para cubrir las necesidades de consumo de la población nacional.

Esto ocurrirá cuando el ciclo recesivo de la economía mundial, que incluye a la Zona Euro, se haga más patente y con ello los ingresos de divisas se reduzcan (por menos exportaciones, inversiones y turismo).

## CONCLUSIONES

El Consejo Europeo (Cumbre Europea) concluido en Bruselas el 29 de junio 2012 marca un derrotero hacia la estabilización del Euro y la salida de la crisis al mediano plazo.

Las reuniones del EuroGroup y del ECOFIN, del 9 y 10 de julio 2012, ponen respectivamente, las bases políticas y técnicas en esa dirección.

Si bien los mercados inicialmente han reaccionado al inicio favorablemente, luego de los eventos antes indicados, la incertidumbre ha retornado posteriormente y con ellos la inestabilidad de los mercados, a lo que se suma un ambiente internacional recesivo hacia el horizonte 2012- 2013.

El autor entiende que el Euro resultará fortalecido y estabilizado con las medidas en curso. La alternativa, el colapso del euro tendría resultados negativos de imprevisibles consecuencias para la Zona Euro, la Unión Europea misma, con igualmente negativa incidencia para la economía global.

La crisis del euro afecta al Perú en el sentido que la UE es socio económico y comercial importante y que a la vez su desempeño incide de manera duradera en las demás economías del mundo globalizado.

Consecuentemente, el fortalecimiento del Euro, traerá consigo una mayor estabilidad global y con ello una previsibilidad en materia de las exportaciones peruanas, la inversión directa extranjera y el turismo proveniente del exterior. Esto debería ocurrir luego de los dos años siguientes.

Frente a la situación de crisis del euro actual y las proyecciones recesivas del mundo globalizado a mediano plazo 2012-2013, el autor propone una movilización de las fuerzas vivas de la Nación, en favor del desarrollo económico y social. En ese marco, hacer un uso moderado pero con resultado efectivo de las reservas internacionales para promover el mercado interno y hacer frente a tales situaciones y, a tal efecto, poner en marcha proyectos de desarrollo orientados al mejoramiento de la educación, la salud, los servicios de agua y desagüe, la infraestructura; y, por el lado productivo, favorecer la pequeña y mediana industria, y así afrontar la crisis, con un mercado interno dinámico y una efectiva inclusión social.

## REFERENCIAS

- Noticias Europeas.* (2012) *Diario.* Bruselas, 12.12.12. *Nuevo Intento de Acuerdo para el Supervisor Bancario. A manera de ejemplo, en momentos de culminar la redacción del presente, en alcance a la Cumbre de Bruselas, 28-29 de junio 2012, se reúnen en esa capital, el 12.12.12, los Ministros de Finanzas de la Unión Europea a efectos de llegar a un acuerdo sobre el supervisor bancario.*
- Blagdimir Labrador.*(2012) *Perspectivas económicas mundiales para 2013.* Jueves 22.11.2012. *Opinión y Análisis. La crisis económica mundial se profundiza y persisten los signos de recesión de la economía global para el 2013, según proyecciones de instituciones como Naciones Unidas, CEPAL, Banco Central Europeo y la propia OCDE.*
- Te Interesa.es. Blog Económico-Financiero. Agencia de Deudas de Atenas.* 11.12.12. *Desde el 11 de diciembre, Grecia se encuentra en pleno proceso de reestructuración de su deuda. Ya cuenta con ofertas por 31.900 millones de euros en el marco de su plan de reestructuración, una suma que supera los objetivos, por lo que necesitará un aporte adicional del Fondo Europeo de Estabilidad Financiera (FEEF) de 1.290 millones.*
- Diario de Sevilla.* (2012) 22.5.2012. *Artículo económico. ¿Por qué es necesario que la política fiscal y monetaria de la UE vayan parejas?*
- Paul Paredes Portella.*(2012) *La Crisis Financiera Internacional 2008-2013. Proyecciones a futuro y la reforma del sistema financiero internacional. Editorial Peithos. Lima, Agosto . Parte Tercera. Capítulo V. pp. 92 a 103.*
- Paul Paredes Portella. Informe. Unión Europea. Consejo Europeo. La Cumbre de Bruselas del 28-29 de junio 2012. Decisiones hacia el fortalecimiento del Euro.*
- European Council Document. EUCO 76/12 CO EUR 2 CONCL. European Council Conclusions 28-29 June 2012*
- El Mecanismo Europeo de Estabilidad (MEDE) (en inglés European Stability Mechanism o ESM) es un organismo intergubernamental creado por el Consejo Europeo en marzo de 2011, que funciona como un mecanismo permanente para la gestión de crisis para la salvaguardia de la estabilidad financiera en la zona euro en su conjunto. Este mecanismo ha debido entrar en vigor el 1 de julio de 2012.*
- Memo Comisión Europea. Referencia: MEMO/12/532 Eurogrupo y los Ministros de Economía y Finanzas del Consejo, Bruselas, 09 al 10 julio 2012.*
- Paul Paredes Portella. Informe. Reunión de los Ministros de Finanzas de la EuroZona, Euro Group Bruselas, 9 de julio de 2012 y Reunión de los Ministros de Economía y Finanzas de la UE, ECOFIN. Bruselas, 10 de julio 2012.*
- Eco. Anthony Rodríguez Aponte. Monografía Económica. Crisis de Deuda Soberana Griega y sus repercusiones en el Perú. 30.6.2012.*
- Paul Paredes Portella. La Crisis Financiera Internacional 2008-2013. Proyecciones a futuro y la reforma del sistema financiero internacional. Editorial Peithos. Lima, Agosto 2012. Parte Cuarta. Capítulo IX y Conclusiones. pp. 166 a 170.*
- BCRP. La economía peruana en los últimos cincuenta años. Lima, junio 2012.*
- BCRP. Informe Trimestral. Lima, 25.06.2012.*



# UN MODELO DINÁMICO SISTÉMICO DE ASIGNACIÓN DE TRÁFICO PARA EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASAJEROS

*A dynamic systemic model of traffic assignment for the system of passengers' public urban transport*

Santiago E. Contreras Aranda\*  
Bertha Ulloa Rubio\*

## Resumen

Esta cápsula de investigación tiene como objeto realizar una reflexión sobre un Sistema de Transporte "ST" en particular el Sistema de Transporte Público Urbano de Pasajeros "STPUP" teniendo como herramientas de análisis el Pensamiento Científico "PC" y el Pensamiento Sistémico "PS" instrumentos que nos permitirán desarticular y articular la trama compleja de la interrelación funcional de los elementos del STPUP buscando su equilibrio matemático en dicha red que será el producto de la sinergia de las transformaciones profundas de la diversidad de individuos activos en el sistema. Considerando:

1. La interfuncionalidad compleja del sistema transporte público urbano de pasajeros.
2. El equilibrio de un sistema de transporte.
3. Representación de una red en un sistema de transporte público urbano de pasajeros.
4. La representación de la red vial urbana.
5. Representación de la red de tránsito.
6. Centroides y conectores.
7. Funciones de rendimiento, que analizará como representar los valores de los diversos niveles de servicios proporcionados en un sistema de transporte.
8. Equilibrio sobre una red del sistema de transporte público urbano de pasajeros, nuestra propuesta se centra en el análisis del equilibrio de la red de transporte considerando la teoría del consumidor.
9. Reflexiones sobre equilibrio en el sistema de transporte, considerando los principios de Wardrop y del usuario y como tomadores de decisiones los conductores.
10. Ejemplos prácticos del uso de equilibrio, tratando de dar un ejemplo simple para manejar el criterio de equilibrio en el sistema de transporte público urbano de pasajeros.
11. Estructura matemática del problema de asignación en redes de transporte, en este ítem hacemos la propuesta sobre como construir un modelo matemático para el fenómeno de asignación de tráfico a la red de transporte usando los 10 puntos anteriores y el principio de Beckmann, proporcionando un ejemplo práctico para una red simple.

**Palabras Clave:** Cápsula de investigación; Pensamiento sistémico; Sistematización; interfuncionalidad; centroides; Principios de Wardrop, Principios de Beckmann.

## Abstract:

This capsule of investigation has as object realize a reflection on a System of Transport "ST" especially the System of Passengers' Public Urban Transport "STPUP" taking as tools of analysis the Scientific "PC" Thought and the Systemic Thought "PS" instruments that will allow us to dismantle and to articulate the complex plot of the functional interrelationship of the elements of the STPUP looking for his mathematical balance in the above mentioned network that will be the product of the synergy of the deep transformations of the diversity of active individuals in the system. Considering: 1. The complex interfunctionality of the system transports publicly urban of passengers, 2. The balance of a system of transport; 3. Representation of a network in a system of passengers' public urban transport, 4. The representation of the road urban network; 5. Representation of the network of traffic, 6. Centroides and connectors 7. Functions of performance, which he will analyze like to represent the values of the diverse levels of services provided in a system of transport. 8. Balance on a network of the system of passengers' public urban transport, our offer centres on the analysis of the balance of the network of transport considering the theory of the consumer; 9. Think about balance in the system of transport, considering the beginning of Wardrop and of the user and as drawees of decisions the drivers. 10. Practical examples of the use of balance, trying to give a simple example for. 10. Practical examples of the use of balance, trying to give a simple example to handle the criterion of balance in the system of passengers' public urban transport; 11. Mathematical structure of the problem of assignment in networks of transport, in this article we make the offer construct since a mathematical model for the phenomenon of traffic assignment to the network of transport using 10 previous points and Beckmann's beginning, providing a practical example for a simple network.

**Key words:** Capsule of investigation; systemic Thought; Systematizing; interfunctionality; centroides; Wardrop's Beginning, Beckmann's Beginning.

## INTRODUCCIÓN

En lo que va del presente siglo podemos afirmar sin titubear que estamos viviendo en un mundo simple, tumultuoso, difícil y complejo en sus diversas esferas sociales, culturales, políticas y económicas; pues todos los días somos testigos epistemológicos experimentales de accidentes de tránsito vehicular, peatonal y su repercusión no tiene límites, de fenómenos inexplicables, en esta sociedad tumultuosa como: suicidios, violaciones de toda índole en las diferentes escalas sociales, etc. Y otros fenómenos diversos cuya interfuncionalidad son complejos de describir, conceptualizar, consecuentemente, permite abortar la trama compleja de la sociedad del siglo XXI a nivel mundial y así mismo exigen de un conjunto de tomadores de decisiones brillantes para mitigar su gestión en particular del sistema de transporte público urbano de pasajeros (STPUP),

Recordemos que la acción administrativa en cualquier organización moderna es la toma de decisiones, en donde se incluye: la formulación, evaluación y selección de opciones para resolver problemas administrativos. Entonces, la toma de decisiones se encuentra ligada a la disposición de información, al instante en que se toma la decisión, en este sentido la investigación en el STPUP es un medio importante para obtener la información y la toma de decisiones en las organizaciones complejas, acción que generalmente lo realizan los gerentes y aspirantes.

La complejidad del entorno de la toma de decisiones sugiere que la dirección de todas las áreas funcionales de una organización, debe tener una mejor comprensión del proceso con la finalidad de obtener y utilizar la información para la responsabilidad de la toma de decisiones.

Puesto que la complejidad de la interfuncionalidad sistémica de los Sistemas de Información en administración y los Sistemas de Soporte de Decisiones (DSS) sigue creciendo en las organizaciones de hoy, en este sentido los gerentes deben de estar siempre atentos a la información de entrada y salida.

Las reflexiones de arriba afirma que los datos para la toma de decisiones deben tener calidad suficiente y ser del tipo apropiado para resolver enigmas de las organizaciones en particular en el STPUP y esto se

conseguirá con la creatividad, innovación de la ciencia y tecnología es decir con la investigación.

La transformación constante del escenario mundial en las diversas esferas, económicas, políticas, culturales y tecnológicas sugieren que la gestión del talento humano es la clave angular para poder tomar parte en el futuro de la humanidad. Los países que cuenten con estos recursos, humanos, universidades, centros de investigación y tecnología y que estén dispuestos a cualificar su capital humano garantizarán el bienestar de sus habitantes, y los que no lo hagan cada día serán más pobres y dependientes.

Es en esta medida que esta investigación, es un conjunto de reflexiones didácticas sobre epistemología y metodología de la investigación, usando técnicas del modelado. Técnicas que permitirán que el investigador en el STPUP realice un proceso integral basado en el conocimiento científico sistémico y tecnológico teniendo presente la complejidad sistémica de la sociedad del presente siglo en donde el hombre es un elemento transformador, de su habitáculo, buscando el pináculo del saber humano.

Motivados en estos criterios es que nos permitimos reflexionar sobre once puntos creo yo de suma importancia y que nos permite aportar en el área del conocimiento, con la finalidad de tener un conjunto de modelos matemáticos y por consecuencia usar el conjunto de algoritmos, programas y teorías matemáticas que induzcan a minimizar los fenómenos complejos que hacen ex abrupta a nuestra sociedad, nuestro aporte seguirá la siguiente secuencia:

1. La interfuncionalidad compleja del sistema transporte público urbano de pasajeros;
2. El equilibrio de un sistema de transporte;
3. Representación de una red en un sistema de transporte público urbano de pasajeros;
4. La representación de la red vial urbana;
5. Representación de la red de tránsito;
6. Centroides y conectores estamos concentrados en imaginar un paradero central para desplazarse a nuestro destino;
7. Funciones de rendimiento;
8. Equilibrio sobre una red del sistema de transporte público urbano de pasajeros;
9. Reflexiones sobre equilibrio en el sistema de transporte;
10. Ejemplos simples del uso de equilibrio y;
11. Estructura matemática del problema de asignación en redes de transporte.

Finalmente quiero desde aquí invitar a todo inquieto del conocimiento a acompañarme en este hermoso, magnífico, estupendo camino, pero tortuoso y que al final te hace llegar al pináculo de tu deseo personal que es la libertad de pensamiento, mirar, escribir, interpretar y hacer.

## 1. LA INTERFUNCIONALIDAD COMPLEJA DEL SISTEMA TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASAJEROS

Imaginemos que nos encontramos en una calle o una intersección y al frente de una diversidad de líneas de transporte de diferentes tipos y modos en una red de transporte, en consecuencia la cantidad de viajes que se tiene en ese momento, en ese espacio físico, es el resultado de una diversidad de decisiones individuales y que está en función de los modelos mentales y las transformaciones profundas de los individuos, es decir en la manera de describir, concebir e interpretar el mundo consensual que nos rodea por ellos.

Los individuos seleccionan si desean realizar o no un viaje con un propósito específico, considerando el modo y tipo de transporte a utilizar en términos de sus condiciones económicas, sociales y políticas, lo que constituye la base de la trama compleja de la sociedad, en particular del Sistema de Transporte Público Urbano de Pasajeros “STPUP”, por ejemplo se puede considerar tomar un tipo transporte público es decir: taxi, combi, ómnibus, o conducir su propio vehículo, el cual se encuentra en función a donde va ir, como debe de llegar ahí y sus externalidades, etc.

En consecuencia es necesario resaltar que las decisiones de los individuos dependerán en parte también del congestionamiento del sistema de transporte y sus externalidades. Considerando que la congestión en cualquier punto del sistema de transporte depende de la cantidad de viajes que se realizan a través de ese punto e interfuncionalmente con otros puntos del sistema de transporte. Esto induce a considerar como una interrelación funcional entre el congestionamiento y las decisiones de esos viajes que realizan los individuos y que debe ser considerado como el patrón de un sistema que representará toda esa complejidad interfuncional del sistema de transporte en particular del STPUP y que debe de ser solucionado considerando al mismo tiempo el flujo en

la red de transporte, buscando el equilibrio dinámico de todo el sistema, esta reflexión induce a considerar dos fenómenos importantes “flujo” y “equilibrio” en el sistema de transporte, fenómenos que serán materia de análisis a posteriori.

La reflexión anterior es uno de los más fascinantes enigmas para los ingenieros de Transporte, Tráfico, y los planificadores urbanos que deberán predecir el impacto en el escenario del STPUP en particular. En consecuencia para analizar, concebir, interpretar, y sintetizar la interfuncionalidad de los elementos del problema de transporte debemos considerar dos aspectos importantes:

**Primero:** Considerar como la cápsula de la investigación es el Sistema de Transporte ST en particular el STPUP el que debe ser concebido e interpretado matemáticamente como un conjunto de insumos, ingresos que son utilizados para estructurar el sistema patrón de flujo que es resultado diferente para cada escenario particular.

**Segundo:** El patrón de flujo anterior es utilizado para calcular una serie de medidas que caracterizan al escenario particular del sistema de transporte dando origen a su complejidad sistémica, y por consecuencia debe ser tratado como un sistema abierto, blando y no como un sistema cerrado y duro.

Los ingresos o insumos que serán el objeto de análisis, concebir, interpretar y transformar, se consideran como sistemas de la siguiente manera:

1. La infraestructura del transporte y los niveles de servicios, las calles, intersecciones, y las diversas líneas de tránsito existentes etc.
2. La operación del sistema de transporte y el control de la diversidad de políticas en el sistema.
3. La demanda por los viajes, incluyendo la actividad del patrón de uso del suelo.

En la **primera etapa** de análisis usamos los insumos ingresos para calcular el flujo a traves de cada componente de la red de transporte urbana. Este flujo es medido en términos del número de las unidades de viaje, para decir, vehículos, pasajeros, pedestres etc., que viaja dada una política, infraestructura



y gestión de transporte en una unidad de tiempo. En esta parte del análisis consideramos la relación interfuncional entre el flujo, la congestión vehicular, y así mismo las relaciones entre la congestión vehicular y las decisiones de viajes de los individuos, fenómeno que se encuentra en función de sus mapas mentales, producto de su hábitaculo, hábitat, cultura, etc.

En la **segunda etapa** del análisis, consideramos el cálculo de una serie de medida de interés dado un patrón de flujo en donde se considera lo siguiente:

1. La medida de los niveles de servicio que es muy diverso para los individuos, tales como tiempo de viaje y el costo de viaje, los cuales afectan a los usuarios del sistema de transporte en general de manera diversa, en particular al STPUP.
2. Las características operacionales, tales como los ingresos y beneficios, estos afectan a la operación del sistema en análisis, fenómenos que estarán en función de los modelos mentales de los individuos como objetos o sujetos.
3. Por producto del flujo, como la contaminación y los cambios en el uso de los valores del suelo, fenómenos que afectan el medio ambiente.
4. Las medidas de bienestar, tales como la accesibilidad y la equidad son fenómenos de interés para diferentes niveles de gobierno.

El **objetivo principal** de estas reflexiones en la primera etapa del análisis es la determinación del patrón de flujo dado los insumos. Debemos decir que muchas de las medidas antes mencionadas pueden ser calculadas de esos flujos de manera directa. Otros como el nivel de contaminación o medida de equidad requieren de metodologías sofisticadas y modelos complejos. Estos análisis, sin embargo, usan los patrones de flujo como un mejor insumo.

En un análisis completo de un escenario dado, se puede considerar la determinación de importantes factores cuando no son basados sobre el flujo, como la construcción de costos y políticas institucionales. Debemos tener en consideración que nuestras reflexiones sobre el modelado del sistema de transporte es la descripción analítica interfuncional en vez de la normatividad. Es decir describimos como los viajes individuales se dan dentro un sistema de transporte

dado sus componentes, tales como su infraestructura, insumos y gestión. No pretendemos determinar el óptimo de la configuración del sistema, en términos, es decir, como los proyectos deben ser construidos o que tipo de políticas de control deben ser utilizados. En muchos casos, sin embargo el análisis es motivado por la necesidad en la inversión del sistema de transporte dado, la regulación o políticas, del conjunto de alternativas en curso de acción.

En el caso anterior cada una de los escenarios alternativos debe ser especificado matemáticamente como un conjunto de insumos en el análisis. Los modelos estructurados en esta oportunidad son entonces ejecutados para cada escenario alternativo en orden a predecir el patrón de flujo cuando es usado, a su vez, en el desarrollo de muchas de las medidas de interés. El conjunto completo de las medidas asociadas con cada alternativa es entonces usado para comparar sus respectivos impactos. Esas medidas son, típicamente también comparados con el conjunto de medidas caracterizando un caso base, que puede ser el sistema actual o una proyección de cómo el actual sistema operará bajo la alternativa “no hacer nada”. Debemos destacar que estas comparaciones sirven como base para la recomendación sobre el curso de acción preferido.

Estas reflexiones, entonces, no trata de abarcar todo el análisis del sistema de transporte urbano. Presentamos varias suposiciones, modelos y algoritmos usados para calcular el patrón de flujo de los insumos o ingresos. Lo central de estas reflexiones es la interacción funcional de la congestión y las decisiones de viajes que emergen con esos flujos. Desde el aumento de la congestión con el flujo y los viajes son desanimados por congestión, esta interacción funcional puede ser modelada como un proceso para alcanzar el equilibrio entre la congestión y las decisiones de viajes.

## 2. EL EQUILIBRIO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE

El concepto de equilibrio del sistema de transporte público urbano de pasajeros se encuentra ligado al uso del Pensamiento Científico “PC” es decir el análisis como su herramienta y el Pensamiento Sistémico “PS” en la interfuncionalidad de sus elementos, considerando como base un sistema de red de transporte

orientado, nuestras reflexiones serán sistematizadas en tres subsistemas interfuncionalmente relacionadas:

- (1) la necesidad de un enfoque sistémico
- (2) La noción general de equilibrio, los diversos tipos de equilibrios
- (3) Las aplicaciones de (1) y (2) en el sistema de transporte en análisis.

## 2.1. LA NECESIDAD DE UN ENFOQUE SISTÉMICO COMO BASE DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASAJEROS

El enfoque tradicional adoptado en muchos análisis ingenieriles consiste en aislar un componente de un sistema y analizarlo individualmente, este tipo de abordaje es usado también en el análisis de efectos de cambios pequeños en el sistema de transporte. Por ejemplo el sistema de semáforos generalmente suelen ser programados teniendo en cuenta sólo el tráfico que utilizan la intersección en estudio, fenómeno que para nosotros es un enigma, resultado de su complejidad interfuncional de los diversos elementos del STPUP y sus externalidades.

Pues tradicionalmente los efectos de los cambios en intersecciones adyacentes son generalmente considerados despreciables. Similarmente, las regulaciones de parqueo, los diseños de intersecciones y otros cambios en el sistema de transporte son típicamente analizados considerando solo el entorno inmediato, aquí encontramos la limitación del enfoque tradicional.

En el enfoque tradicional se considera que si el impacto de una política específica o diseño es probable que sea pequeño, de repente este tipo de análisis puede ser suficiente. Cuando el cambio en análisis es más sustancial, sin embargo, si el efecto no es solamente al componente que está siendo cambiado si no a otras partes del sistema también, como es en el caso del STPUP.

Como una ilustración de este tipo de efecto dominante, consideremos el segmento congestionado de una arteria urbana, el orden para reducir el congestionamiento, la autoridad local del transporte considera los costos y beneficios de ampliación de este segmento de la estrada. Dado el existente flujo de tráfico, la adición de un carril se considera suficiente.

Pues desde el carril añadido significa que el tráfico existente será capaz de fluir suavemente y con sólo retrasos menores. El cálculo de los beneficios del proyecto de esta manera puede también ser engañoso ya que las decisiones de viaje no se tuvieron en cuenta. Por ejemplo, es probable que los choferes que no usaron el segmento anteriormente puedan usar las instalaciones mejoradas como reflejos de otros sistemas muy comprometidos.

Por lo tanto, las condiciones del tráfico en el centro facilitado no será tan bueno como el dúo que prevé el aumento del flujo con las causas del aumento de la congestión. A su vez, algunos de los caminos que conducen a las instalaciones de mejora pueden llegar congestionados como consecuencia de que los conductores tratan de ingresar y salir al segmento. Además las condiciones de flujo sobre las vías paralelas con las facilidades ampliadas pueden mejorar como un resultado de esos cambios desde el flujo de tráfico sobre su mayor decrecimiento. De esta manera, los conductores sobre otras partes del sistema pueden realizar cambios en las condiciones de flujo y alterar en consecuencia sus rutas.

Cada cambio de ruta inducirá a cambios futuros en los niveles de congestión en consecuencia más rutas de cambio. En última instancia, sin embargo esos efectos dominantes disminuirá y, al poco tiempo, esto es en varios días o una semana, el sistema se establecerá un nuevo punto de equilibrio con un poco más de cambios que ocurren.

El ejemplo anterior ilustra los cambios en el flujo resultante de un cambio en la infraestructura de transporte. Cambios similares pueden ocurrir si el control policial del transporte es cambiado o si los nuevos servicios de transporte son introducidos.

Además los nuevos patrones de flujo pueden resultar de los cambios no directamente ligados al sistema de transporte, sino más bien los cambios en las actividades generales en el área urbana. Esas actividades crea la necesidad de una demanda por transporte.

Por ejemplo, consideremos la opinión de un nuevo centro comercial. Este centro de comercio atrae a los viajes por compras que son particularmente nuevos, es decir generados por la gente que compran

con frecuencia y parcialmente desviados desde otros destinos. Las calles que conducen al nuevo centro se congestionan causando algunos viajes que se limitan a atravesar el área las que van a cambiar la ruta, modo de viaje, o el tiempo de sus viajes. Estos desvíos pueden cambiar el flujo y congestionar a lo largo del sistema ocasionando fuertes cambios en las decisiones de viajes.

Otros cambios se producen alrededor de otros centros comerciales que pueden experimentar cierto descenso en el nivel de flujo. Una vez más, después de un tiempo los flujos llegarán a un nuevo punto de equilibrio. En este punto, la frecuencia de los viajes, y los viajes de destino, los modos de viajes y la selección de rutas son establecidos a lo largo de la red de transporte. En consecuencia es necesario un cambio de paradigma al analizar el sistema de transporte.

La noción de equilibrio en este contexto es paralela a la noción física de equilibrio estable, que es el estado en el que no hay fuerzas que traten de empujar al sistema a otro estado. Afortunadamente por otra parte, cuando el sistema está en desequilibrio, hay fuerzas que tienden a orientar el sistema hacia el estado de equilibrio. En el caso en cuestión, los flujos están siendo “empujados” hacia el equilibrio mediante el mecanismo de cambio de ruta. En el equilibrio, los flujos serán como tales ya que no hay ningún incentivo para cambiar de ruta. Es este estado de equilibrio que al analista de transporte le interesa.

La reflexión anterior nos indica, que el patrón de flujo de equilibrios asociados a una situación determinada puede implicar niveles inesperados de flujo y la congestión en varias partes de la red urbana de transporte. Esto incide directamente en la cuestión de quiénes son los afectados en este escenario. Mientras que algunos viajeros estarán mejor, otros pueden estar en peores condiciones.

En consecuencia sólo un enfoque sistémico con el pensamiento científico será capaz de sistematizar la interfuncionalidad en donde se considere todos los impactos asociados con un escenario particular. En otras palabras, el patrón de flujo de equilibrio que prevalecería en cada situación determinada, sólo puede encontrarse mediante el análisis de toda la red de transporte urbano al mismo tiempo lo que nosotros lo llamaremos complejidad sistémica, del sistema de transporte en particular del STPUP.

## 2.2. EL EQUILIBRIO Y SUS DIVERSOS TIPOS EN LOS MERCADOS

Tratemos de reflexionar en la visión clásica de un mercado económico de un determinado bien, en condiciones perfectamente competitivas donde se considera dos grupos interactuando funcionalmente: Los productores, por un lado y los consumidores por el otro en consecuencia tenemos. El comportamiento de los productores se caracteriza por una función de oferta y el comportamiento de los consumidores por una función demanda.

La función de oferta expresa la cantidad de productos que los productores de estos producen en función del precio del producto. Para que la función oferta sea rentable esta debe de ser creciente es decir a un aumento de los precios debe de aumentar la cantidad producida, en otras palabras se debe tener la siguiente grafica,

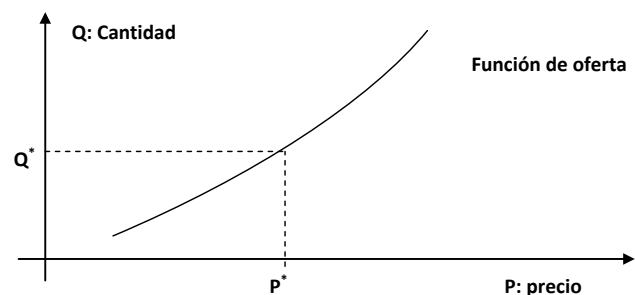


Gráfico N° 01. Representación de la función Oferta.

La función demanda describe el comportamiento agregado de los consumidores relacionando la cantidad consumida y sus precios, teniendo en consideración que cuando los precios aumentan, la cantidad consumida disminuye, en este caso es una función decreciente, teniendo la siguiente grafica.

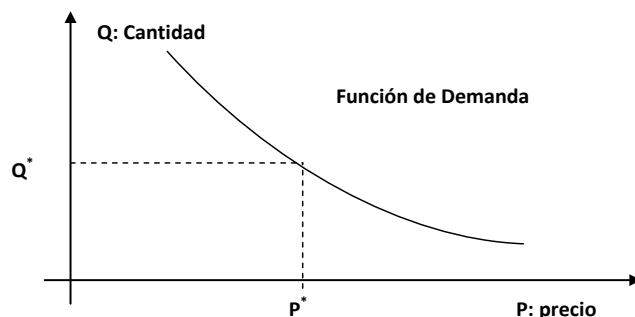
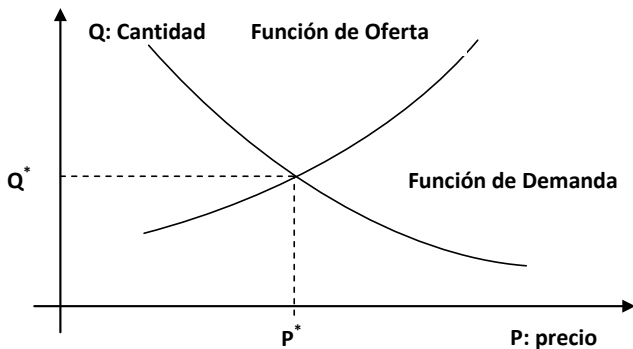


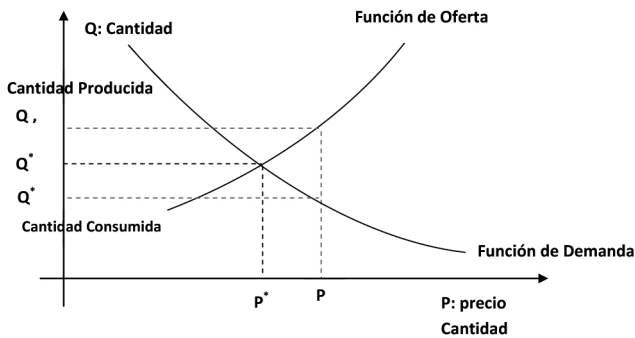
Gráfico N° 02. Representación de la Función Demanda

Una representación simple de estas dos funciones en un mismo sistema de coordenadas tenemos.



**Gráfico N° 03. Representación de la Función Demanda y Oferta en un solo sistema.**

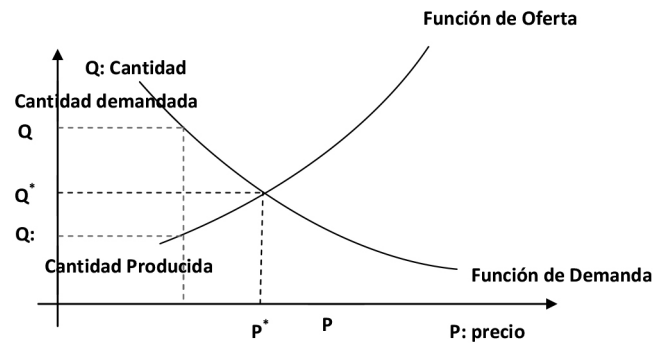
En la última figura, el punto de intersección de las dos curvas es caracterizado como el punto del equilibrio del mercado, de precio  $P^*$ , y la cantidad producida  $Q^*$ , es decir es el punto donde el precio de los productos es justamente igual a la cantidad producida y consumida. Si el Precio del producto es mayor que  $P^*$ , en este caso la cantidad producida es mayor que la cantidad consumida. Observemos el siguiente esquema gráfico.



**Gráfico N° 04. Representación cuando el precio es mayor que el precio de equilibrio**

Debemos resaltar que tal fenómeno de desequilibrio no puede sostenerse ya que el producto no se vende y todos los inventarios crecerán indefinidamente y, los precios tarde o temprano caerán y en consecuencia el consumo se incrementará.

En el otro caso si el precio es menor que  $P^*$  la cantidad demanda es mayor que la cantidad producida siendo su representación gráfica la siguiente:



**Gráfico N° 05. Representación cuando el precio es menor que el precio de equilibrio**

En esta situación es otra vez, inestable ya que los productores tratarán de aumentar los precios, con el fin de captar la voluntad de los consumidores a pagar más. Estos incrementos de precios conducirán a una mayor producción y menor cantidad demandada. Por lo tanto, si los precios son inferiores o superiores a  $P^*$ , las fuerzas del mercado tienden a empujar al precio hacia su nivel de “equilibrio del mercado”. En este momento el precio se mantendrá estable y por lo tanto el punto  $(P^*, Q^*)$  se conoce como el punto de equilibrio.

Debemos tener presente que el precio monetario de un producto no siempre es el único determinante de la cantidad consumida. Los productos pueden ser caracterizados por muchos atributos que influyen en el consumo. Además, parte de esta características no son fijas, sino más bien son una función de la cantidad consumida.

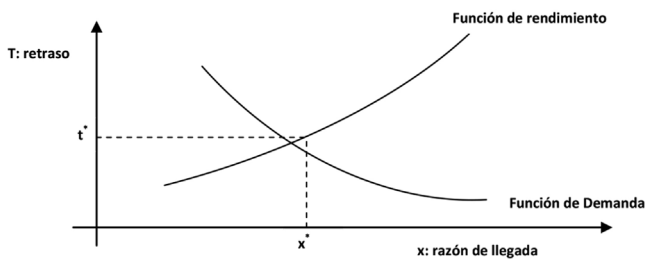
Consideremos por ejemplo la demanda de gasolina en una cierta estación de gas. Cuanto menor sea el precio de la gasolina en esta estación, grande es el número de conductores que quieren comprar la gasolina allí. Como el número de clientes va a crecer, aparece una cola y los clientes tendrán que esperar en línea. En este punto, el número de nuevos clientes se ve influenciada por dos elementos: el precio y el tiempo de espera. El operador de la estación sólo puede ajustar el precio. Por un precio dado, el volumen de ventas se ve determinado por factores: El tiempo de espera, que está influida por el número de clientes en la cola, y la disposición de los clientes que esperan, que son los que determina la demanda de gasolina.

Para un precio dado de la gasolina, y considerando el precio y el tiempo de espera en otras estaciones de gasolina el área está fijado y conocido, en este caso la situación puede ser caracterizada por dos funciones:

**La primera la función** de demanda con relación a la llegada de los clientes con su tasa de demora, en otras palabra, dado el número de clientes de llegada a la estación por una unidad de tiempo como una función de tiempo de espera.

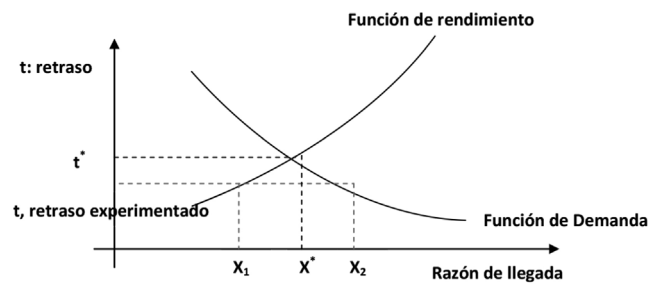
**La segunda función** relacionada al tempo de espera por una razón de arribo de los clientes. Esta segunda función, a diferencia de una función de oferta, no refleja el comportamiento de cualquier agente económico. Por el contrario, representa el fenómeno meramente físico, que en este caso, es el retraso asociado con cola. Esta función se denomina función de rendimiento. A diferencia de las funciones de oferta y la demanda, la función de rendimiento no tiene el precio o cualquier otro servicio característico, como estos argumentos, y no dan la cantidad consumida o producida. En su lugar, estos argumentos son la cantidad consumida o la tasa de llegada en el caso de nuestro ejemplo y le da la característica de servicio que en este caso es el retraso.

La reflexión anterior se esquematiza de la siguiente manera,



**Gráfico N° 06. Representación de la función de rendimiento y demanda**

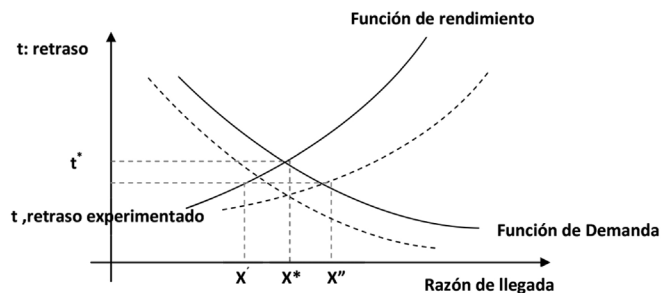
Esta figura representa una curva de rendimiento hipotético que muestra cómo el retardo,  $t$ , aumenta con la tasa de llegada,  $x$ . La figura representa también la curva demanda que muestra la razón de llegada asociado con cualquier retraso dado, tiene una interpretación similar a la Grafica N°3. En donde el punto de equilibrio será  $(x^*, t^*)$  de manera análoga a las reflexiones anteriores nos inducirán a dos situaciones uno cuando  $x$  es menor que  $x^*$  y la otra cuando  $x$  es mayor que  $x^*$ , en otras palabras tendremos,



**Gráfico N° 07 Representación de la función de rendimiento y demanda para diferentes  $x$  con relación a  $x^*$ .**

Tenga en cuenta que la función de demanda dada en el gráfico N° 07 es válida sólo cuando todo lo demás es fijo, tales como: el precio, número de surtidores, la demora en otras estaciones, etc. Ahí la demanda está en función del precio y de la tardanza, el cambio en el precio puede mostrar como la diferencia de la función demanda en la razón de llegada / retraso de espacio.

La curva de demanda asociada a un precio más alto está representada por la línea punteada en la siguiente figura.



**Gráfico N° 08. Representación de la función de rendimiento y demanda para diferentes precios y retrasos.  $X'$ ,  $X''$ , con relación a  $x^*$ .**

Observemos que los atrasos asociados con cada razón de llegada es similar y la cantidad de equilibrio  $x''$  puede ser mayor que  $x^*$ , tal como se esperaba. La economía de la operación de la estación de gas todavía puede ser analizado en el marco del equilibrio oferta / demanda. En este caso la función demanda dada por la cantidad de consumidores o los clientes en razón de llegadas como la función de precios y retrasos. Una función de oferta es dada por el precio cobrado por el operador en función de la cantidad consumida. Este equilibrio de oferta / demanda, sin

embargo, no se puede resolver de forma aislada por que el retraso depende de la tasa de llegada.

Las interrelaciones de estos últimos se dan por una función de rendimiento. Un análisis económico completo utiliza las tres funciones para resolver, al mismo tiempo, la tasa de llegada, el retraso y el precio. El análisis de la demanda / rendimiento indicados en los párrafos precedentes supone que el precio es fijo y conocido.

Este ejemplo demuestra claramente la diferencia entre el equilibrio de una oferta / demanda y rendimiento / demanda. En esencia el análisis de rendimiento / demanda está limitado por considerar fijado algunas variables en el problema.

### 3. REPRESENTACIÓN DE UNA RED EN UN SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASAJEROS

El termino red “network” es comúnmente usado para describir una estructura que puede ser físico es decir calles, intersecciones de calles o líneas de teléfono y cambios, etc. O también conceptual como líneas de información y persona, interrelación de afiliados y estaciones de televisión, etc. Cada una de esas redes incluye dos elementos: un conjunto de puntos y un conjunto de líneas conectando a esos puntos. Estas observaciones nos llevan a la definición matemática de una red como un conjunto de nodos o vértices o puntos, y un conjunto de arcos o bordes, conectando esos nodos, gráficamente tenemos:

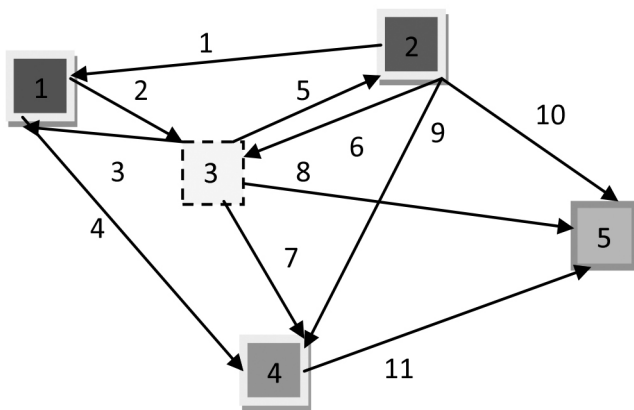


Gráfico N° 09 Representación de una red de transporte con 5 nodos conectados por once arcos.

La red de transporte urbano anterior tiene cinco nodos que pueden ser intersecciones de calles, ciudades, etc. Y once arcos que pueden ser las calles, vías, etc. Debemos destacar que a cada arco se encuentra asociada una dirección de flujo, por ejemplo el arco once representa el flujo desde el nodo cuatro al nodo cinco.

En cada arco de la red se encuentra asociado típicamente con alguna impedancia que afecta al flujo utilizado, debemos tener en consideración que formalmente la diferencia entre una red y un grafo es que a los arcos de una red se le asocia impedancias y a los arcos de los grafos no, pues solo representan conexiones o direcciones.

Las unidades de medidas de las impedancias dependen de la naturaleza de la red y de los flujos en el arco. La impedancia puede representar resistencia eléctrica, tiempo, costos, utilidad sobre cualquier otra medida de relevancia. Cuando el flujo considera gente, entonces se utiliza el término de nivel de servicio en lugar de impedancia.

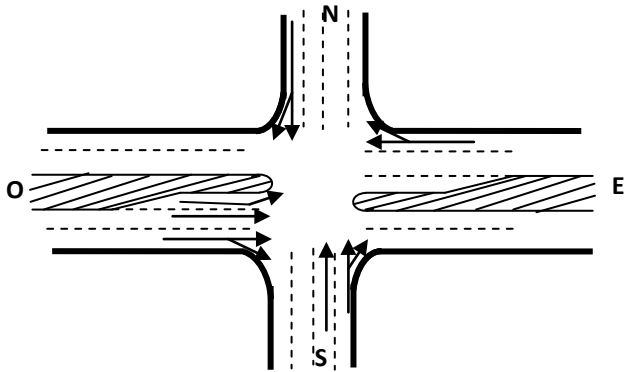
Estos términos son lo contrario de sí, es decir, el nivel de servicio es igual a la impedancia menos. Enlaces sólo se puede asociar con una impedancia. Los nodos representan simplemente la intersección de los enlaces y no están asociados con cualquier impedancia al flujo.

Una ruta es una secuencia de arcos conectados desde un punto a otro. La impedancia a lo largo de una ruta es la suma de las impedancias en cada arco, así mismo cada nodo puede ser conectado por más de una ruta, que pueden ser cortas o largas. En nuestro ejemplo las rutas 1, 3, 2, 5 o 1, 3, 5, etc.

### 4. LA REPRESENTACIÓN DE LA RED VIAL URBANA

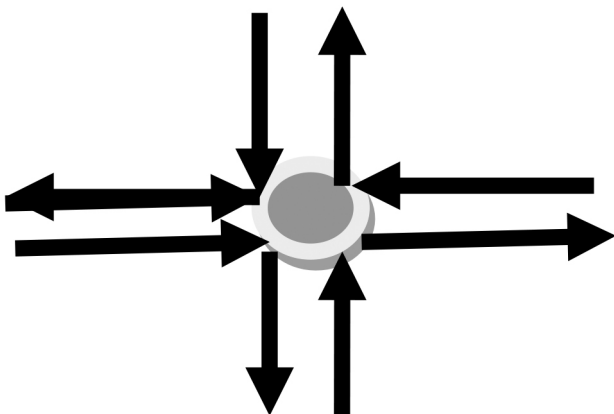
El objetivo de este ítem es el transporte urbano. Donde la red de carreteras en una zona urbana incluye las intersecciones y calles por las que los flujos de tráfico circulan. Esos elementos pueden ser trasladados naturalmente dentro una estructura de nodos y arcos. Para representar la impedancia es decir cualquier medida asociado con los arcos que puede ser diferente al flujo. Una medida relevante para la representación de las calles urbanas, es el tiempo de viaje en las calles. Esta medida de impedancia es analizada en detalle en otro ítem.

La representación gráfica de una red física no es única. En otras palabras ahí hay muchas redes que pueden ser usadas para representar alguna estructura física. Por ejemplo consideremos la siguiente red.

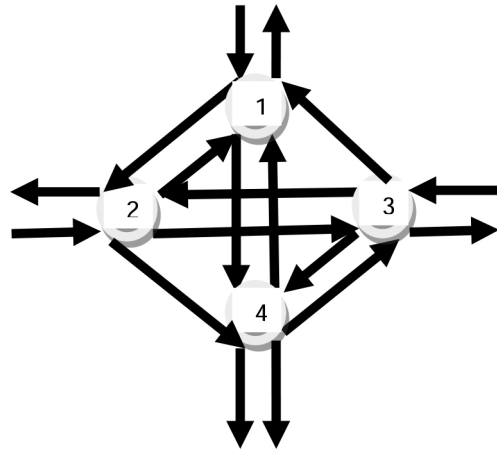


**Gráfico N° 10. Representación de una intersección de calles de una red de transporte.**

La intersección anterior puede representar simple un nodo con las calles que se entrecruzan de NS, OE y desde él representados por los enlaces conectados a ese nodo, como se muestra en la Gráfico N° 11. Note que las dos calles son representadas por dos arcos con direcciones opuestas en la Gráfico N° 12, La impedancia sobre los arcos de entrada en la intersección representa la dirección de tardanzas como el tiempo de viaje a lo largo de los enfoques de las calles.



**Gráfico N° 11. Representación gráfica de una intersección de calles de una red de transporte.**



**Gráfico N° 12. Representación gráfica de una intersección de calles con sus impedancias de transporte más elaboradas.**

La impedancia en los enlaces de salida representa el tiempo de viaje en las calles en esa dirección y el retraso en la intersección de abajo.

Los inconvenientes de la representación son dos:

En primer lugar, no puede ser usado para representar las restricciones de giro.

En segundo lugar. Se supone que todo el flujo de entrada a la intersección de una dirección particular experimenta el tiempo de viaje igual, independientemente de donde este está destinado.

Claramente las direcciones a la derecha son más fáciles de ejecutar que los movimientos directos internos que, a su vez, son más fáciles de ejecutar que giros a la izquierda. Estas demoras diferentes pueden ser explicadas por una representación más elaborada de la misma intersección, como se muestra en la Gráfica N° 12.

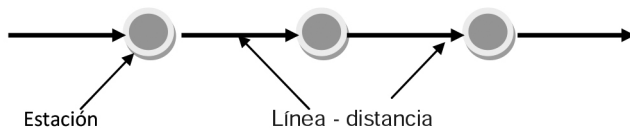
En esta figura la representación de un único nodo de la intersección es remplazada por una red de cuatro nodos y diez enlaces. Cada movimiento permitido a través de la intersección está representado por un enlace separado, debemos observar que el grafo no es completamente simétrico debido a la falta de giro a la izquierda desde el norte y sur de la intersección en análisis. En esta representación, cada movimiento en la intersección puede ser asociado con una propiedad de retraso, de 3 a 4, por ejemplo puede ser asociado

con un movimiento de atraso a la izquierda que puede ser experimentado por el flujo de tráfico del análisis del cruce en el cono sur.

Enlace 3-1, por el contrario, representará a la maniobra de giro de la derecha para los flujos desde el este hacia el norte, con su retraso correspondiente. En esta representación los enlaces que conducen a la intersección se asocian únicamente con el tiempo de viaje en los accesos de entrada y no con la intersección de retraso en sí. El retraso de intersección es capturado por los enlaces que unen los cuatro nodos en la figura.

### 5. REPRESENTACIÓN DE LA RED DE TRÁNSITO

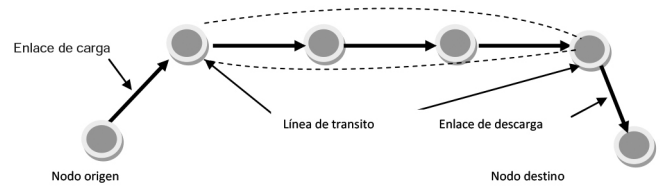
El movimiento de tráfico de vehículos por las calles e intersecciones no es el único flujo en el área urbana, en esta oportunidad se analiza el flujo de pasajeros en tránsito también. Un tránsito en el arco puede ser representado por una simple red lineal en que las estaciones de transito o ómnibus parados son representados por nodos y la distancia entre cada estación o nodo por los enlaces. Cada grafo esta mostrado en la Gráfico N° 13.



**Gráfico N° 13. Representación gráfica de las estaciones de transito y los arcos de una red de transito.**

La impedancia en cada uno de los enlaces de esta red se encuentra “en el - vehículo” elementos como des utilidad de viaje, representado como el tiempo de viaje. Otras medidas que no están asociados con los viajes en el vehículo de transporte, sin embargo, estos también se incluyen, sirviendo también como la impedancia de viaje.

Por ejemplo los tiempos de espera en la estación y la tarifa cobrada. Además, la estación de tránsito puede estar ubicada lejos de su destino actual, lo que requeriría viajar a pie desde el punto de aterrizaje para el nodo destino.

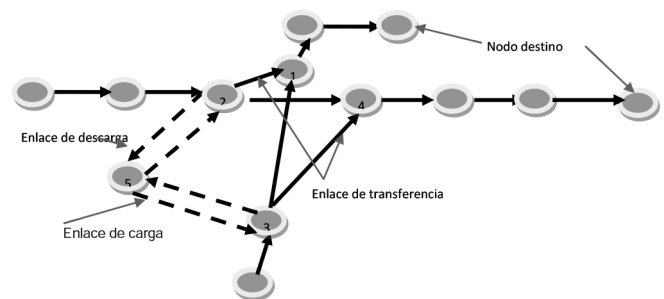


**Gráfico N° 14. Representación gráfica de las estaciones de una línea de tránsito y sus arcos de carga y descarga.**

La Gráfico N° 14, representa la red de tránsito relacionado con el flujo entre un nodo origen a un nodo destino particular. El enlace de carga, en esta figura está asociado con el tiempo de espera y tarifa, Mientras que el enlace de descarga se encuentra asociado al tiempo de caminata.

Debemos observar que, para que los distintos tipos de enlaces sean compatibles entre sí, la impedancia en todos los enlaces de la red tiene que ser expresado en algunas unidades. Si este no fuera el caso, la impedancia de un camino no se pudo calcular.

Una representación completa de una red de transito puede incluir no solamente enlaces de carga y descarga si no también lazos de transferencia. La impedancia sobre cada uno de los enlaces puede ser asociado con la línea de transferencia de carga que puede ser menor que la tarifa asociada al viaje y el tiempo de espera en los puntos de transferencia.



**Gráfico N° 15. Representación gráfica de la red, de una estación de transito sirviendo a dos líneas de Oeste a Este y de Sur a Norte.**

Gráfico N° 15. Representa la grafica de la red, de una estación de transito sirviendo a dos líneas de Oeste a Este y de Sur a Norte. La estación está representado por cuatro nodos 1, 2,3, y 4. Los enlaces 3 → 1 y 2 → 4 representan la continuación de un viaje sobre alguna línea y están por lo tanto



asociados con una impedancia cero, debemos notar que el total de cuatro nodos representan alguna facilidad física.

Los lasos o arcos  $3 \rightarrow 4$  y  $2 \rightarrow 1$ , representan los momentos de transferencia entre dos líneas, la impedancia sobre estos dos enlaces incluye los costos de transferencia y las tardanzas expresadas en unidades apropiadas.

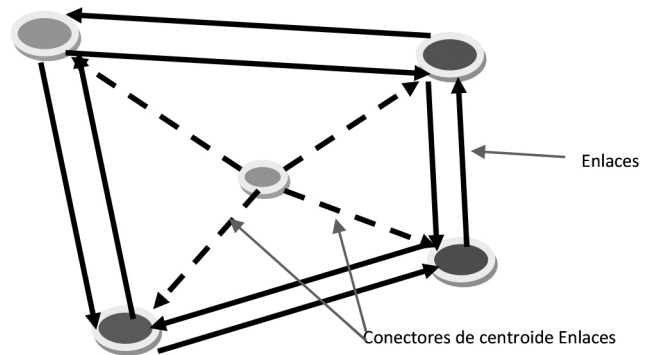
En este sistema el nodo cinco representa una fuente origen y una fuente destino de los viajes. Este tipo de nodos están conectados a ambas líneas de tránsito por los lazos de carga y descarga. Este representa un conjunto de viajes que se originan y que llegan donde está localizada una vecindad de esta estación de transferencia cada nodo origen/destino son conocidos como centroide.

## 6. CENTROIDES Y CONECTORES

El proceso de planeamiento de transporte para áreas urbanas se encuentra típicamente basado sobre una partición de la zona en las zonas de tráfico. Donde el tamaño de cada zona de tráfico puede variar desde un bloque de ciudad hasta a todo un barrio o una ciudad de la zona urbana. El número de zonas de tráfico puede variar desde varias docenas a miles de zonas.

Cada zona de tráfico es representado por un nodo que es conocido como un “centroide”, este nombre proviene de colocar en la práctica el nodo en el centro geométrico de gravedad de la zona de tráfico. La representación de la red de transporte de una área urbana incluye muchos otros nodos que representan intersecciones con las características antes mencionadas: paradas de ómnibus y otras facilidades de transporte.

Los centroides, sin embargo, son los nodos de origen y destino de tráfico es decir es donde se origina el tráfico y donde el tráfico llega. Una vez que el conjunto de centroides es definido, los momentos que se desee a través de una red urbana puede ser expresa como matriz origen – destino, Esta matriz especifica el flujo entre cualquier centroide origen y cualquier centroide destino en la red de transporte.



**Gráfico N° 16. Representación de una zona de tráfico que está compuesta por cuatro calles de dos vías.**

Debemos resaltar que el nodo ubicado en el medio de la Gráfico N° 16 es el centroide, este se encuentra conectado al camino de la red de transporte por los enlaces llamados conectores de centroides, también se les llama conectores ficticios “dummy links”. El centroide muestra en la figura el origen de un viaje y por lo tanto, todos los conectores están dirigidos al centro de gravedad y en los nodos de la red vial. Conectores dirigido hacia el centro de gravedad se añadiría si el viaje puede terminar en el centro de gravedad.

Cada centroide representa una conjunto de todos los actuales orígenes y todos los actuales destinos es la zona de tráfico. Los conectores de centroides representa la ubicación de de las calles en la red dentro una zona de tráfico. Si el origen actual y los destinos son uniformemente distribuidos en la zona de tráfico, los conectores pueden ser asociados con el tiempo de viaje entre el centroide geométrico de cada zona y los nodos correspondientes. Si la distribución del origen y los puntos destinos no son uniformes el conector del tiempo de viaje debe ser sopesado.

Los centroides pueden ser conectados directamente a los nodos que son parte de la red de transporte. En este caso, los conectores representan los enlaces de carga y descarga como se muestra en la figura N0 15. La impedancia sobre el centroide de carga, conector representante del tiempo esperado de camino a la estación y la tarifa del tránsito. La impedancia sobre los conectores de descarga puede representar el tempo de camino desde la estación de transito a los centroides.

El nivel de detalle de cada área urbana, está representado y determinado en gran parte, por el tamaño de las zonas de tráfico. El análisis de los flujos en el área urbana no es el centro en los flujos dentro de cada zona de tráfico; el centroide y los conectores de centroides tienen que asegurar que los flujos entre de tráfico es aproximadamente correctas. Si el flujo entre una cierta zona es de interés para el analista de transporte, la zona bajo consideración la zona puede ser dividido en zonas más pequeñas y el camino de la red entre esas zonas explícitamente modeladas, cada detalle del análisis es probable que sea más preciso. Sus costos, sin embargo, incluye ambos análisis directos de costos y los datos recolectados de los costos, crecer dramáticamente a medida que el número de zonas de tráfico y el tamaño del incremento de la red. El tamaño de la red de transporte de análisis generalmente es determinado por la relación comercial entre la precisión requerida y el presupuesto disponible.

De manera análoga que el anterior se aplica para los niveles de detalle para los caminos de la red que son determinados. Esto es importante para mostrar todo lo mejor de las calles y arterias, resaltando que pequeñas calles pueden no estar representadas en todo el sistema. En realidad el tema de la representación de la red de transportes es tanto un arte como una ciencia, que requiere práctica y la experiencia con el fin de llevarlo a cabo con éxito.

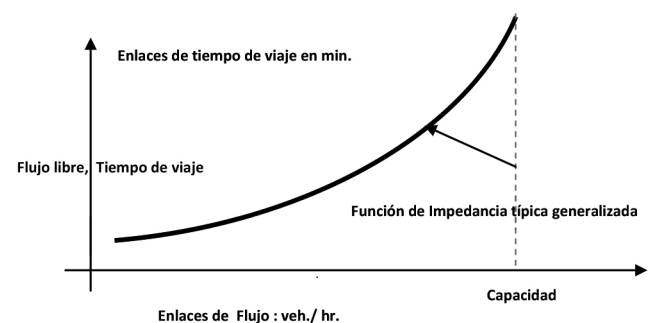
## 7. FUNCIONES DE RENDIMIENTO

La impedancia del viaje, o nivel de servicio, asociado con la representación de los enlaces de una red urbana puede incluir muchos componentes reflejando el tiempo de viaje, satisfacción, costo de viaje, estabilidad de flujo, etc. El componente primario de esta impedancia, sin embargo es el tiempo de viaje que se utiliza a menudo como la única medida de una impedancia de enlace. Las razones para usar el tiempo de viaje en este contexto son tres: En primer lugar, los estudios empíricos parecen indicar que se trata de un deferente principal para el flujo. En segundo lugar, casi todas las demás medidas posibles de la impedancia de los viajes están muy correlacionadas con el tiempo de viaje y por lo tanto presentan las mismas tendencias. En tercer lugar, es más fácil de medir que muchos de los otros componentes posibles de impedancia.

Debemos decir que la impedancia generalizada puede combinarse con una diversidad de otras medidas, sin embargo es usado en términos de tiempo de viaje, para nosotros en adelante se usará así como tiempo de viaje resultado de una combinación. Además, la medida de la impedancia se considera en otras partes de la red urbana como una expresión explícita. Por ejemplo la medida apropiada de la impedancia para los enlaces en una red de tránsito es el tiempo de tránsito de los vehículos, tiempo de espera, tarifa, etc. Para ser compatible con la impedancia sobre el tráfico llevado en los enlaces de una red urbana, estas medidas de impedancia debe ser expresado en unidades de tiempo de viajes, los coeficientes puede ser las raíces del número de viajeros sin embargo esto no es en general más adelante discutiremos de manera más detallada.

Como ya mencionamos anteriormente el nivel de servicio o impedancia ofrecido por una diversidad de sistemas de transporte se encuentra en función del uso de esos sistemas. Debido al congestionamiento, al tiempo de viaje en las calles urbanas e intersecciones, están incrementando la función del flujo. Consecuentemente los enlaces que representan la red urbana se encuentran cada uno asociado con la función de rendimiento en función de la medida del tiempo de viaje constituyendo la función de impedancia generalizada.

La función de impedancia generalizada típica para un análisis de una red con intersecciones señalizadas, lo mostramos en la siguiente figura.



**Gráfico N° 17. Representación de la función de impedancia generalizada.**

Esta función de impedancia considera tanto el tiempo empleado en viajar y el retraso en la intersección corriente abajo. La forma de la curva que observa en la figura es típica de las funciones de impedancia para enlaces representando las componentes de la red de transporte.

Cuando el flujo de tránsito es cero en este caso el tiempo de viaje se le conoce como el tiempo de flujo de viajes gratis. En este punto, un automóvil que viaja no se retrasa debido a la intersección con cualquier otro coche en movimiento a lo largo del enlace. La única demora aquí es el asociado con el fenómeno de atravesar el enlace y la demora esperada asociada con la probabilidad de alcanzar un semáforo en rojo. En los aumentos de flujo, el tiempo de viaje aumenta mono tónicamente ya que tanto el tiempo de viaje a lo largo de los aumentos de aproximación es debido a la densidad de tráfico superior y los aumentos de retardo de intersección es a causa de la formación de colas con el flujo.

Debemos decir que la característica de la función de rendimiento es ser asintótica a un cierto nivel de flujo conocido como la capacidad del transporte bajo ciertas condiciones. La capacidad es el máximo que puede ir a través de cualquier instalación de transporte. La función de rendimiento no está definida para valores más altos de flujo, ya que dichos flujos no pueden ser observados. Cuando el flujo se aproxima a la capacidad, la cola en la intersección comenzará a crecer, tapando las intersecciones de aguas arriba y, finalmente, causando el tráfico para llegar a su fin.

La forma general de la función de rendimiento es similar para los enlaces que representan a la mayoría de los tipos de calles urbanas. Las características físicas de cada calle (por ejemplo, longitud, anchura, las restricciones de estacionamiento, las vueltas de giro, o el tiempo de la señal verde) determinarán los parámetros exactos de la función de cada calle.

Los conectores de centroides son típicamente modelados como el tiempo de viaje fijo en los enlaces. En otras palabras, el tiempo de viaje sobre los conectores no varía con el flujo, ya que estos vínculos representan una red local de la calle en todas partes y no una facilidad particular. De manera similar, en la carga y descarga los enlaces representan el tiempo y los componentes de costos que no varían con el flujo.

Finalmente es preciso recordar que la red física y su representación gráfica no tienen que ser similares,

pues los enlaces son utilizados para representar una diversidad de movimientos como lo que corresponde a movimientos no físicos es decir como aspectos imaginarios.

## **8. EQUILIBRIO SOBRE UNA RED EN UN SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DE PASAJEROS.**

La noción de equilibrio en el análisis de un sistema de transporte urbano considerando la dependencia del enlace del tiempo de viaje sobre el arco de flujo. Consideramos que el número de choferes que desean viajar entre un punto origen y un punto de destino es conocido. Sin embargo debemos asumir que son conectados por varias rutas posibles. La pregunta que nos interesa aquí es cómo estos conductores se distribuirán entre los caminos posibles. Si todos ellos iban a tomar el mismo camino (que inicialmente puede ser la más corta en términos de tiempo de viaje), la congestión se desarrolla en él. Como resultado, el tiempo de viaje en este camino puede ser más alto y que ya no puede ser el camino de desplazamiento de tiempo mínimo. Algunos de estos conductores a continuación, debe utilizar una ruta alternativa. La ruta alternativa puede, sin embargo, también ser congestionado, y así sucesivamente.

La determinación de los flujos sobre cada una de esas rutas involucra una solución de la demanda / problema en equilibrio de rendimiento. El flujo sobre cada arco o enlace es la suma de los flujos sobre las múltiples rutas entre muchos orígenes y destinos. Una función de rendimiento es determinado independientemente para cada enlace, relacionando los tiempos de viajes y su flujo. La demanda por viajes se encuentra arraigado en los choferes y no definido por separado para cada enlace. En su lugar, se especifica cómo los conductores eligen entre los caminos alternativos que conectan cada origen y destino (O-D) par. Esta dicotomía en la definición del rendimiento y las Funciones de la demanda le da a este análisis de equilibrio de rendimiento / demanda de su "sistema" natural. En otras palabras, es por eso que ningún par destino de enlace, la ruta o el origen pueden ser analizados de forma aislada.

En esta oportunidad nos centramos a reflexionar sobre la manera de selección de la ruta y lo asociamos con la definición de equilibrio.

## 9. REFLEXIONES SOBRE EQUILIBRIO EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE

En esta oportunidad reflexionaremos sobre una variedad de problemas de equilibrio de una red de transporte urbano en la que incluye tanto el tránsito y el modo de automóvil y considera varias decisiones de posibles viajes. El problema básico, sin embargo, es presentado para un caso simplificado, incluyendo una representación solo de flujo de automóviles. En la elección de viaje sólo se examina la elección de los choferes la ruta entre su origen y su destino. Este problema se puede expresar de la siguiente manera:

Considerando:

1. Dado una representación gráfica de una red de transporte urbano,
2. Dada una función de rendimiento asociado a los enlaces,
3. Dado una matriz origen destino.

Encontrar:

El flujo (y el tiempo de viaje) sobre cada enlace de la red de tránsito.

Este problema se conoce como el de asignación de tráfico ya que la cuestión es cómo asignar la matriz O - D en la red de transporte. Los flujos de enlace resultantes se utilizan para calcular una serie de medidas que pueden ser utilizados, a su vez, para evaluar la red. Los diseños particulares de infraestructura de transporte o la política de control de transporte que suelen entrar en el análisis a través de la especificación de la propia red y la función de rendimiento.

Con la finalidad de resolver el problema de asignación de tráfico de transporte para ello se requiere la regla como los choferes seleccionan la ruta. Como se ha explicado anteriormente, esta regla puede ser vista como la función o procedimiento que especifica la demanda de viajes sobre las rutas. La interacción entre las rutas elegidas entre todos pares O - D por un lado, y las funciones de rendimiento en todos los enlaces de red en el otro lado, determina los flujos de equilibrio y los tiempos correspondientes de viajes en toda la red.

Es razonable suponer que todos los automovilistas o choferes tratan de minimizar su

tiempo de viaje propio cuando se viaja desde su origen hasta su destino. Como se explicó anteriormente, esto no significa que todos los viajeros entre cada par de origen y de destino debe ser asignado a un solo camino. El tiempo de viaje sobre cada enlace cambia con el flujo y por lo tanto, el tiempo de viaje en varios de los cambios de rutas de red como el cambio de los flujos de enlace. **Debemos resaltar que una condición estable se alcanza sólo cuando ningún viajero puede mejorar su tiempo de viaje por cambiar unilateralmente las rutas. Esta es la caracterización de la condición Equilibrio del usuario (UE).** Puesto que los conductores individuales se puede esperar que se comporten de forma independiente, la situación UE asegura que en este momento no hay fuerza que tienda a mover los flujos de salida de la situación de equilibrio. En consecuencia, este punto será estable y, de hecho, un verdadero equilibrio.

El uso de la condición de equilibrio, sin embargo, no es solamente una definición posible de equilibrio. La suposición de que cada conductor elige el viaje en el tiempo mínimo puede ser razonable en algunos casos, pero incluye varias presuposiciones que no siempre pueden generalmente ser asumidas para mantener siquiera aproximadamente. Por ejemplo, la definición de las UE implica que los automovilistas o choferes tiene una gran información en otras palabras ellos conocen el tiempo de viaje sobre las posibles rutas y que ellos consistentemente toman la decisión correcta al seleccionar la ruta. Por otra parte, se asume que todos los individuos son idénticos en su comportamiento. Estas presunciones pueden ser suavizadas haciendo una distinción entre el tiempo de viaje, que los individuos perciben y el tiempo real de viaje. El tiempo de viaje percibida puede ser considerada como una variable de aleatoria distribuido por toda la población de conductores. En otras palabras, cada conductor puede percibir un tiempo de viaje diferente, sobre el mismo enlace de la red.

El Equilibrio se alcanzará cuando ningún viajero crea que su tiempo de viaje se puede mejorar cambiando unilateralmente las rutas. Esta definición caracteriza a la condición del equilibrio estocástico del usuario (SUE).

El uso de la condición de equilibrio estocástico del usuario (SUE) es una generalización del uso de la

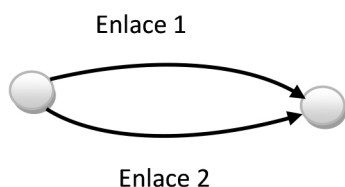
definición de equilibrio. Si los tiempos de viaje percibidos que son totalmente exactos, todos los conductores percibe el mismo tiempo de viaje y el uso de las condiciones de equilibrio de usuario estocástico (SUE) será idéntico a las condiciones de equilibrio de usuario determinista (DUE). En otras palabras, los patrones de flujo resultantes de ambos modelos serían idénticos.

Las definiciones de los equilibrios dados anteriormente, no son fáciles de usar de manera operativa para resolver los patrones de flujo de equilibrio. Para ser útiles, las definiciones de equilibrio se puede caracterizar y formular matemáticamente.

Un punto importante, sin embargo, debe ser mencionado aquí en lo que respecta a los dos tipos de equilibrios. La demanda de transporte urbano se deriva del patrón de actividad en el área urbana. El momento y la ubicación de estas actividades significan que la demanda de viajes no es uniforme durante todo el día. El análisis estable del estado de equilibrio del tipo descrito aquí, sin embargo, es aplicable sólo si las corrientes pueden ser consideradas fijas durante el período de análisis. Consecuentemente los planificadores y analistas de los sistemas de transporte urbano para ciertos tipos de periodos como el “pico de la mañana”, “pico de la noche” o “mediodía” que está en función del propósito que se persigue con el análisis. Los flujos de origen destino durante cada uno de esos periodos es considerado como constante y sus estados estacionarios de análisis. Cuanto mayor sea el período de análisis es, menos preciso este supuesto. El período de análisis no puede ser muy pequeño, sin embargo, puesto que cada período tiene que ser apreciablemente mayor que la duración típica de viaje en ese momento.

**10. EJEMPLOS SIMPLES DEL USO DE EQUILIBRIO**

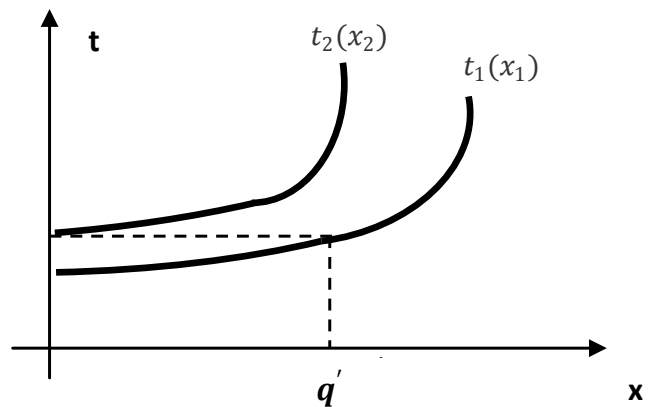
Consideremos una red de transporte con dos enlaces como se muestra en la siguiente figura.



**Gráfico N° 18. Representación de una red de transporte con 2 enlaces.**

Observemos que esta red representa un par origen destinos conectados por dos rutas alternativas. Representados por  $t_1$  y  $t_2$  de tiempo de viaje sobre el enlace 1 y enlace 2, respectivamente y sean  $x_1$  y  $x_2$  las representaciones del flujo trafico sobre esos enlaces. El flujo total origen destino es denotado por  $q$  donde,  $q = x_1 + x_2$

La funciones rendimiento sobre estos enlaces son representados por  $t_1(x_1)$  y  $t_2(x_2)$  y su representación gráfica es dado en la siguiente figura.



**Gráfico N° 19. Representación de las funciones de rendimiento de una red de transporte con 2 enlaces.**

Observamos que para cada enlace o arco de la red de transporte la función de rendimiento dado el tiempo de viaje sobre ese enlace como una función del flujo en el enlace.

Consideremos ahora que la razón de viaje entre el origen O y el destino D es muy pequeño. En otras palabras  $q$  es muy pequeña. Si todos los automovilistas o choferes están tratando de minimizar sus tiempos de viajes, cada uno de los conductores o choferes  $q$  debe optar por viajar a través del enlace 1. Como se muestra en la figura, este enlace se encuentra asociado con un menor flujos libre de tiempo de viaje en el enlace 2.

Si ( $q$ ) es pequeña, el retraso incrementado debido al tráfico en enlace1 no es suficiente para aumentar el tiempo de viaje en este enlace, incluso hasta el punto donde este sea igual al tiempo de viaje de flujo libre en el enlace 2.

Por lo tanto, todos los conductores  $q$  si usan el enlace 1 y nadie van a usar el enlace 2. Esta es una situación de equilibrio, ya que ninguno de los

automovilistas que utilizan el enlace 1 tiene un incentivo para cambiar las rutas para el enlace de más tiempo. Tal es, un equilibrio que se llevará a cabo siempre y cuando  $q < q'$  donde  $q'$  es el flujo que hace que el tiempo de viaje en el enlace 1 sea igual al tiempo de viaje de flujo libre en el enlace 2. En este punto, un automovilista adicional puede elegir cualquiera de los enlaces. Si el conductor elige el enlace 2 adicional, el tiempo de viaje en el que se incrementará y el conductor elegirá el próximo enlace 1. Si por el contrario, el primero automovilista (por encima de  $q'$ ) elige enlace 1, el siguiente deberá elegir el enlace 2.

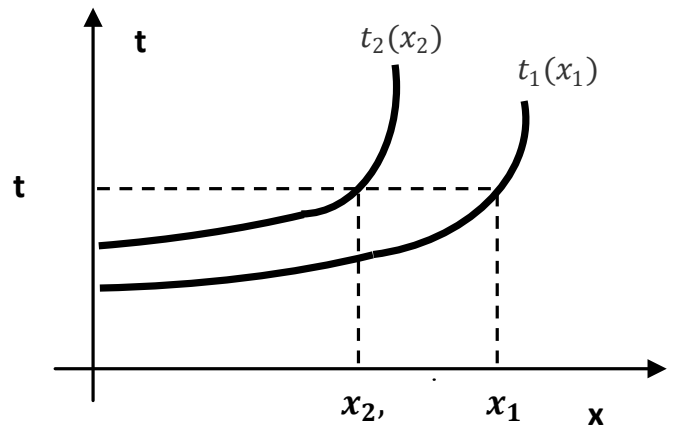
Mirando el flujo de tráfico como un flujo continuo, es evidente que más allá del punto  $q = q'$ , el equilibrio puede mantenerse sólo si el tiempo de viaje en ambos enlaces es igual. Más allá de este punto, ambos enlaces se utilizan, y si los tiempos de viaje no son iguales, algunos de los conductores pueden cambiar de ruta y reducir su tiempo de viaje propio. El proceso de cambio de ruta no se producirá sólo si el tiempo de viaje en ambas rutas es igual, porque los conductores no tienen incentivos para cambiar.

Las dos caracterizaciones de equilibrio que pueden ocurrir en estos dos enlaces, por ejemplo si primero para  $q < q^*$  y la segunda para  $q \geq q^*$  dan lugar a una definición operativa de equilibrio de usuario a través de redes de transporte:

La definición de UE:

Para cada par Origen Destino, en el equilibrio del usuario UE, el tiempo de viaje usado sobre todas las rutas es igual, y también menor que o igual al tiempo de viaje que puede ser expresado un simple vehículo sobre cualquier ruta usada.

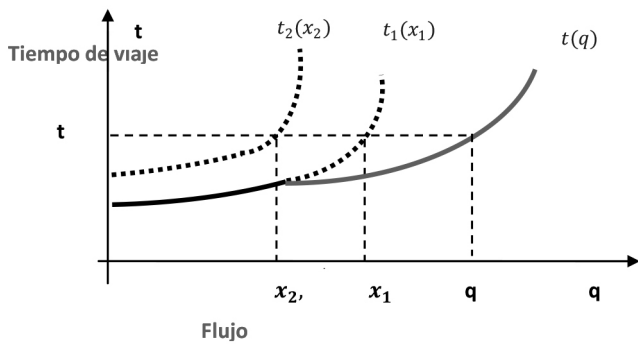
Esta definición significa que en el equilibrio, los recorridos de conexión de cada par O-D se pueden dividir en dos grupos. El primer grupo incluye las rutas que llevan el flujo. El tiempo de viaje en todos estos caminos será el mismo. El otro grupo incluye caminos que no llevan ningún flujo. El tiempo de viaje en cada uno de estos caminos será al menos tan grande como el tiempo de viaje de las rutas en el primer grupo.



**Gráfico N° 20. Representación de las funciones de rendimiento de enlace horizontal dado  $t$  en una red de transporte con 2 enlaces.**

Usando esta definición, los dos ejemplos de enlaces de la figura No 19 se puede ahora resolver para cualquier valor de  $q'$ . La asignación de cualquier cantidad de flujo que es menor que  $q'$  es obvio que todo debe ser asignado al enlace 1. El único problema es asegurar que la asignación de tráfico es tal que más allá del punto de  $q = q'$ , ambos enlaces se asignan a un ritmo que mantenga el tiempo de viaje en estos enlaces iguales. Si el tiempo de viaje de equilibrio,  $t$ , entre el origen y el destino es conocido (para el caso en el que  $q > q'$ ), entonces la definición de equilibrio anterior significa que  $t = t_1 = t_2$ . Consecuentemente, los flujos de los enlaces apropiados pueden ser determinados por las funciones inversas de rendimiento de los enlaces, esto es,  $x_1 = t_1^{-1}(t)$  y  $x_2 = t_2^{-1}(t)$ . Gráficamente, Esta determinación se puede lograr mediante la introducción de las curvas de rendimiento del enlace horizontalmente, dado  $t$ , como se muestra en la Figura No 20. Este método es aplicable a cualquier valor de  $t$ , incluso los relacionados con  $q < q'$ . El problema entonces es determinar  $t$ .

El equilibrio del tiempo de viaje puede ser determinado creando una nueva curva de rendimiento que represente el tiempo de viaje en el par O-D como una función de flujo en el par O-D. Esta curva puede ser construida con la suposición de las funciones de rendimiento en los enlaces horizontalmente, como se muestra en la figura N° 21.



**Gráfico N° 21. Representación de las funciones de rendimiento de enlace horizontales en una red de transporte con 2 enlaces.**

La curva  $t(q)$  en la figura No 21 es una función de rendimiento en el par O-D dado el equilibrio de tiempo de viaje en el par O-D como una función del total flujo en el par O-D. La construcción de la función de rendimiento en el par O-D de esta manera se asegura que para cada valor del tiempo de viaje, el flujo del par O-D es la suma de los flujos sobre los enlaces individuales.

Una vez que estas curvas son construidas el equilibrio del tiempo de viaje puede ser determinado por una simple introducción de esta función con el flujo O-D. Dado el equilibrio de tiempo de viaje, los flujos sobre los arcos individuales pueden ser determinados gráficamente, como se muestra en la figura. Obsérvese que la función de rendimiento del par O-D coincide con la función de rendimiento del enlace 1 para  $q \leq q'$ .

Esto significa que para  $q \leq q'$ , el tiempo de viaje de equilibrio puede ser dado por el tiempo de viaje sobre el enlace 1. El tiempo de viaje en el enlace 2 puede ser mayor para este rango de flujo O-D, como se requiere para el uso de la condición de equilibrio.

El método gráfico usado en la solución de estos dos pequeños arcos de la red de transporte de nuestro ejemplo no puede ser usado para resolver grandes redes. En tales redes, el número de caminos que conectan cada par O-D puede ser tan grande que será prohibitivamente caro para enumerar todos ellos, incluso mediante el uso de equipo moderno.

Por otra parte, el flujo que atraviesa por cada uno de los enlaces resulta de la asignación de los viajes entre muchos orígenes y muchos destinos. En consecuencia, como se ha mencionado antes, toda la red tiene que ser resuelto simultáneamente.

## 11. ESTRUCTURA MATEMÁTICA DEL PROBLEMA DE ASIGNACIÓN EN REDES DE TRANSPORTE

### 11.1. REFLEXIONES GENERALES

En este ítem nuestra mira estará puesta al sistema asignación de tráfico en una red de transporte o la estructura del problema de equilibrio en la red, teniendo como base la diversidad de comentarios hechos en las dos unidades anteriores, por ejemplo el fenómeno de equilibrio y los flujos en los arcos, dada una razón de viajes origen destino en la red y sus funciones de rendimiento.

La solución a este enigma planteado tiene como base la suposición del comportamiento de cada conductor en el viaje quienes minimizan el tiempo de viaje en su ruta desde su origen hasta su destino.

La regla seleccionada anterior considera que el equilibrio del patrón de flujo en el arco es tal que el tiempo de viaje sobre todas las rutas usadas entre cualquier par O-D será igual; El tiempo de viaje sobre todas las rutas usadas puede también ser menor o igual al tiempo de viaje sobre cualquier ruta usada. Para esos puntos, la red de transporte está en equilibrio del usuario; todo conductor puede experimentar un menor tiempo de viaje para cambiar unilateralmente las rutas.

Anteriormente demostramos como el equilibrio del usuario del patrón de flujo puede ser encontrado para una pequeña red de transporte por el uso de métodos gráficos. Por otro lado, cada método no puede ser usado para resolver redes grandes con muchos pares O-D. El enfoque que consideraremos en esta oportunidad para resolver grandes problemas usaremos el método llamado minimización equivalente. Este enfoque considera la estructura de un programa matemático, la solución del cual es usando el equilibrio del usuario del patrón de flujo. Este enfoque en general es usado en investigación de operaciones, en los casos en los que es más fácil para minimizar el programa equivalente que para resolver un conjunto de condiciones, directamente.

Con la finalidad que la minimización sea útil, el programa matemático equivalente, tiene que tener una única solución, que también satisfaga las condiciones de equilibrio. Por otra parte, el programa tiene que ser relativamente fácil de

resolver. El objetivo central en esta oportunidad es la formulación del programa de minimización equivalente asociado con el problema de asignación de tráfico de equilibrio sus propiedades de estructura, existencia y unicidad de su solución.

**11.2. NOTACIONES Y DEFINICIONES**

La red de transporte es representado por un grafo dirigido  $G(N, A)$  en donde:

**N:** es un conjunto de nodos numerados consecutivamente.

**A:** es un conjunto de arcos numerados consecutivamente.

**R:** es el conjunto de centroides origen, es decir el conjunto de nodos donde se origina el flujo, en otras palabras son nodos generadores.

**S:** es el conjunto de centroides destinos, es decir el conjunto de nodos donde llega el flujo, en otras palabras son nodos a tractores.

Así mismo  $m \longrightarrow n$  representa el arco dirigido de origen el nodo  $m$  y destino el nodo  $n$ . De igual manera se considera que  $R \cap S \neq \emptyset$ .

**K<sub>rs</sub>:** representa el conjunto de pares O-D  $r-s$  que están conectados por un conjunto de rutas dentro de la red con  $r$  en  $R$  y  $s$  en  $S$ .

**q:** representa la matriz Origen Destino, en donde  $q_{rs}$  es el conjunto de entradas, es decir,  $q_{rs}$  es la razón de viaje entre el origen  $r$  y destino  $s$  durante el periodo de análisis.

**x<sub>a</sub>:** representa el flujo sobre el arco  $a$  siendo que  $a$  esta en  $A$ . así mismo  $\bar{x} = (\dots, x_a, \dots)$

**t<sub>a</sub>:** representa el tiempo de viaje sobre el arco  $a$  siendo que  $a$  esta en  $A$ . así mismo  $\bar{t} = (\dots, t_a, \dots)$

**t<sub>a</sub> = t<sub>a</sub>(x<sub>a</sub>),** donde  $t_a(\cdot)$  representa la relación entre el flujo y el tiempo de viaje en el arco  $a$ . En otras palabras  $t_a(x_a)$  representa la función de rendimiento, que también se le llama curva de volumen de retardo o retraso o función de congestiónamiento.

**f<sub>k</sub><sup>rs</sup>:** representa el flujo en la ruta  $K$  conectando el origen  $r$  y el destino  $s$ , así mismo

$$\bar{f}^{r,s} = (\dots, f_k^{r,s}, \dots), \bar{f} = (\dots, \bar{f}^{r,s}, \dots)$$

**c<sub>k</sub><sup>rs</sup>:** representa el tiempo de viaje en la ruta  $K$  conectando el origen  $r$  y el destino  $s$ . El tiempo de viaje en particular en la ruta  $K$  es la suma de los tiempos en los arcos dentro la ruta. Así mismo

$$\bar{c}^{r,s} = (\dots, c_k^{r,s}, \dots), \text{ y } \bar{c} = (\dots, \bar{c}^{r,s}, \dots)$$

Matemáticamente podemos relacionar:

$$c_k^{rs} = \sum_a t_a * \delta_{a,k}^{rs}, \forall k \in K_{rs}, \forall s \in S, \dots \dots \dots (1.1)$$

En donde

$$\delta_{a,k}^{rs} = \begin{cases} 1, & \text{si el arco } a \text{ es parte de la ruta conectando el par } O-D, r-s, \\ 0, & \text{en otros casos.} \end{cases}$$

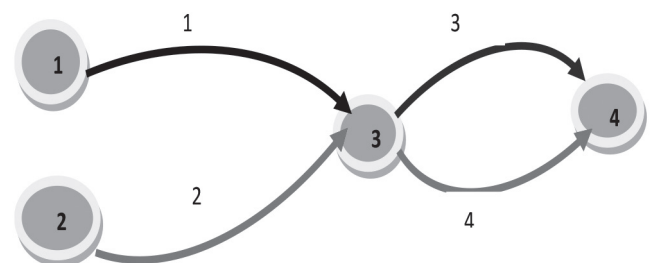
Usando el mismo indicador para la variable, el flujo en el arco puede ser expresado como una función del flujo en la ruta,

$$x_a = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} * \delta_{a,k}^{rs}, \forall a \in A, \dots \dots \dots (1.2)$$

Esta relación matemática nos dice que el flujo sobre cada arco es la suma de los flujos sobre todas las rutas que están dentro de ese arco. Debemos decir que las relaciones (1.1) y (1.2) son conocidos como la relación de incidencia de arco ruta.

**11.3. EJEMPLIFICACIÓN**

Veamos un ejemplo sobre el uso de la relación de incidencia; supongamos la siguiente red de transporte,



**Gráfico No 22. Representación de una red simple de transportes**



Esta figura N° 22 considera dos pares O-D: 1-4 y 2-4, observamos que el nodo tres no es nodo origen ni nodo destino. Los números de arco están escritos sobre cada arco. Consideremos la primera ruta es desde el nodo 1 al nodo destino 4, teniendo como arcos 1 y 3, y el segundo usa los arcos 1 y 4, de manera similar la primer ruta desde el origen 2 va al nodo destino 4, usando los arcos 2 y 3, y la segunda usa los arcos 2 y 4.

$$\delta_{1,1}^{14} = 1, \text{ el arco 1 es parte de la ruta 1 desde el nodo 1 al nodo 4,}$$

$$\delta_{3,2}^{24} = 0, \text{ el arco 3 no es parte de la ruta 2 desde el nodo 2 al nodo 4,}$$

La relación de incidencia para el ejemplo tenemos:

$$c_K^{rs} = \sum_a t_a * \delta_{a,K}^{rs}, \forall k \in K_{rs}, \forall s \in S, .$$

$$c_1^{14} = t_1 * \delta_{1,1}^{14} + t_2 * \delta_{1,2}^{14} + t_3 * \delta_{1,3}^{14} + t_4 * \delta_{1,4}^{14},$$

$$c_1^{14} = t_1 + t_3,$$

Como observamos la relación (1.1) nos permite expresar el tiempo total viaje en la ruta 1 - 4 como la suma de los tiempos de viajes sobre sus arcos que corresponde a la ruta.

De manera similar aplicamos (1.2) para determinar el flujo total para la correspondiente ruta 1 - 4.

$$x_a = \sum_r \sum_s \sum_K f_K^{rs} * \delta_{a,K}^{rs}, \forall a \in A,$$

$$x_3 = f_1^{1,4} * \delta_{3,4}^{14} + f_2^{1,4} * \delta_{3,2}^{14} + f_1^{2,4} * \delta_{3,1}^{24} + f_2^{2,4} * \delta_{3,2}^{24},$$

$$x_3 = f_1^{1,4} + f_2^{2,4},$$

La matriz incidencia se escribe de la siguiente manera:

		rutas(1 - 4), (2 - 4)			
		1	1	0	0
arcos		0	0	1	1
		1	0	1	0
		0	1	0	1

Como observamos las relaciones (1.2) y (1.1) son idénticas en términos para especificar las relaciones entre flujos y el tiempo de viaje para la red de transporte.

### 11.4. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA DE ASIGNACIÓN DE EQUILIBRIO

El problema de asignación de equilibrio se define para los flujos en los arcos,  $\bar{x}$ , satisfaciendo el criterio del equilibrio del usuario en donde todos orígenes - destinos entradas,  $\bar{q}$  es asignado adecuadamente. Este patrón de flujos del arco se puede obtener resolviendo el siguiente programa matemático.

$$\min: z(\bar{x}) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(w) dw, \dots \dots \dots (1.3)$$

Sujeto a:

$$\sum_k f_k^{r,s} = q_{rs}; \forall r, s, \dots \dots \dots (1.4)$$

$$f_k^{r,s} \geq 0; \forall k, r, s \dots \dots \dots (1.5)$$

$$x_a = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{r,s} * \delta_{a,k}^{r,s}; \forall a \dots \dots \dots (1.6)$$

En esta formulación matemática, la función objetivo es la suma de las integrales de las funciones de rendimiento. Esta función no tiene ningún tipo de interpretación intuitiva económico o de comportamiento. Se debe considerar estrictamente como una construcción matemática que se utiliza para resolver problemas de equilibrio.

La relación (1.5) representa la restricción de flujo, estas restricciones representan el estado del flujo en todas las rutas conectando el par origen destino que es igual a la razón del viaje. En otras palabras todas las razones de viaje O-D tienen que ser asignadas en la red de transporte.

La relación (1.6) representa las condiciones de no negatividad que es físicamente significativo. Debem que en la relación (1.3) la función objetivo  $z(x)$  es estructurada en términos de los flujos en los arcos y la conservación del flujo en las restricciones son formulados en términos de los flujos de las rutas. La estructura de la red de transporte esta formulado dentro a la definición de la relación de incidencia que se expresa en la relación (1.6), esta relación de incidencia expresa los flujos en los arcos en términos de los flujos de las rutas, en otras palabras  $x = x(f)$ .

La relación de incidencia también nos permite determinar las derivadas parciales del flujo en los arcos que se define con respecto al flujo de una ruta particular,

$$\frac{\partial x_a(f)}{\partial f_l^{m,n}} = \frac{\partial}{\partial f_l^{m,n}} \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{r,s} * \delta_{a,k}^{r,s} = \delta_{a,l}^{m,n}, \dots \dots \dots (1.7)$$

Ya que  $\frac{\partial f_k^{r,s}}{\partial f_l^{m,n}} = 0$  si  $r - s \neq m - n, o, r \neq l$ .

En otras palabras la derivada del flujo en el arco “a” con respecto al flujo sobre la ruta “l” entre el origen “m” y destino “n” igual a uno si el arco es parte de la ruta y es cero en caso contrario. Estas relaciones son usadas son usada cuando analicemos las reflexionaremos las condiciones de primer y segundo orden del problema de asignación con equilibrio.

Observemos la importancia de la formulación pues asume que el tiempo de viaje sobre un arco dado esta en función del flujo sobre el arco y no del flujo sobre cualquier otro arco de la red. Esta suposición es algo restrictiva, y lo analizaremos en detalle posteriormente.

Con respecto a la función rendimiento en los arcos es asumido como positivo y crecente. Estas suposiciones concernientes a las curvas de rendimiento son no restrictivas en el sentido que los efectos del congestionamiento descritos por esas funciones exhiben buenas características, como comentamos anteriormente, preciso notar que las curvas son también convexas. Una curva de rendimiento típico es presentada en la figura No. 23.

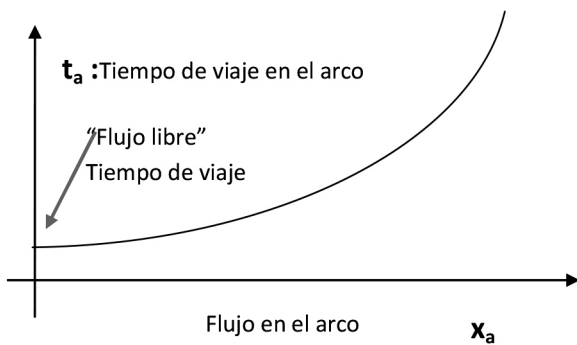


Gráfico. 23. Representación gráfica de una curva de rendimiento típico.

Los comentarios realizados se pueden describir matemáticamente de la siguiente manera:

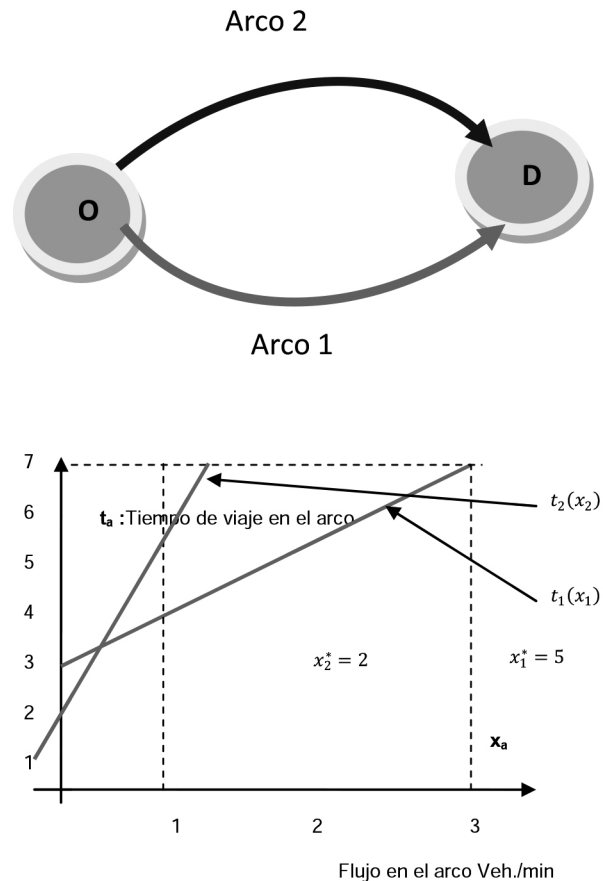
$$\frac{\partial t_a(x_a)}{\partial x_b} = 0; \quad \forall a \neq b, \dots \dots \dots (1.8)$$

Y

$$\frac{\partial t_a(x_a)}{\partial x_b} > 0; \quad \forall a. \dots \dots \dots (1.9)$$

Debemos decir que la formulación del problema de asignación con equilibrio en (1.3) se conoce como transformación de Beckmann. Esta ha sido evidente en la literatura de transporte desde mediados de los años cincuenta, pero su utilidad se hizo evidente en los años sesenta y principios de los setenta, sobre estos algoritmos reflexionaremos más tarde.

En el siguiente gráfico demostramos formalmente que la solución para la transformación de Beckmann satisface las condiciones de equilibrio del usuario. Esta equivalencia se demuestra en primera instancia para ejemplos simples. Supongamos la red de la figura No. 24,



GráficoNº. 24. Representación gráfica de una red simple

Donde esta red de transporte considera dos rutas y también con dos arcos que conduce del origen “O” al destino “D”. El volumen de las curvas de tardanza para los dos arcos son dados por:

$$t_1 = 3 + x_1, \dots \dots \dots (1.10)$$

Y

$$t_2 = 2 + 3x_2, \dots \dots \dots (1.11)$$

El flujo O-D, q, es 6 unidades de flujo es decir,

$$x_1 + x_2 = 7, \dots \dots \dots (1.12)$$

La condición de equilibrio para este ejemplo puede ser expresado como:

$$t_1 \leq t_2, \text{ si, } x_1 > 0, \text{ y, } t_1 \geq t_2, \text{ si, } x_2 > 0. \dots \dots \dots (1.13)$$

Para este ejemplo esto puede ser verificado por inspección que ambas rutas pueden ser usadas y las ecuaciones anteriores puede sin embargo ser escrito como, si  $x_1 > 0$ , y  $x_2 > 0$

$$t_1 = t_2, \dots \dots \dots (1.14)$$

El problema de equilibrio entonces, consiste en resolver cuatro ecuaciones, es decir, las dos de las curvas de atraso de volumen (1.10) y (1.11) y la condición de conservación de flujo (3.12) y la condición de equilibrio del usuario (1.14) para las cuatro incógnitas:

$$x_1, x_2, t_1, y, t_2$$

La solución de este conjunto de ecuaciones es,

$$x_1 = 5, x_2 = 2, \text{ unidades de flujo y, } t_1 = t_2 = 7, \text{ unidades de tiempo.}$$

El problema es formulado como un problema de minimización de la siguiente manera:

$$\min: z(\bar{x}) = \int_0^{x_1} (3 + w)dw + \int_0^{x_2} (2 + 3w)dw, \dots \dots \dots (1.15)$$

Sujeto a:

$$x_1 + x_2 = 7, \dots \dots \dots (1.16)$$

$$x_1, x_2 \geq 0, \dots \dots \dots (1.17)$$

Al fin de plantear el problema anterior como una minimización unidimensional sin restricciones podemos hacer,  $x_2 = 7 - x_1$ , y sustituir en la función objetivo y en las restricciones que siguen con la finalidad de obtener el problema:

$$\min: z(x_1) = \int_0^{x_1} (3 + w)dw + \int_0^{7-x_1} (2 + 3w)dw, \dots \dots \dots (1.18)$$

Sujeto a:

$$x_1 \geq 0, y, 7 - x_1 \geq 0, \dots \dots \dots (1.19)$$

Para resolver este problema, las restricciones puede ser relajado y la función objetivo puede ser minimizado como un problema sin restricciones. Si la solución satisface las restricciones, esto es válido también para el problema con restricciones. Ejecutando las integrales y reduciendo términos semejantes, la función objetivo queda:

$$z(x_1) = \frac{5}{4}x_1^2 - \frac{43}{4}x_1 + \frac{203}{4}, \dots \dots \dots (1.20)$$

Esta función alcanza su mínimo en

$$x_1^* = 4.3 \text{ cuando } \frac{dz(x_1)}{dx_1} = 0$$

Esta solución satisface las dos restricciones de la relación (1.19) y es por lo tanto también un mínimo del problema con restricciones (1.18).

La conservación de flujo original en efecto garantiza la restricción que:

$$x_2^* = 2.7$$

la solución del problema matemático es idéntica a la solución de las ecuaciones de equilibrio, esta equivalencia es demostrada para el caso general más adelante.

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los métodos usados para determinar los flujos de equilibrio y tiempos de viaje se basan en las técnicas de optimización no lineal, en otra oportunidad se extenderá este criterio para grandes redes de transportes usando el criterio de equilibrio del usuario. En su estructura matemática usamos los escritos de Beckmann et al en 1956, y los criterios sugeridos por Magnanti en 1984. Finalmente podemos decir que estas reflexiones son la base para muchas otras investigaciones futuras.

Se recomienda analizar las condiciones de equivalencia, unicidad, experimentar para solucionar problemas de grandes redes, analizar algoritmos de optimización para solucionar el problema general.

## REFERENCIAS

- Yosef Sheffi. (1981). Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods,*
- Peter Checkland, (1993) Pensamiento de Sistemas, Práctica de Sistemas. México: editorial megabyte.*
- Peter Checkland, (1994) La Metodología de los sistemas suaves de acción” México: editorial megabyte.*
- Peter, Senge (1990) La Quinta Disciplina. España: editorial Granica, Barcelona.*
- Peter, Senge. (1990) La Quinta Disciplina, el Arte y la Práctica de la Organización Abierta al Aprendizaje. España: Editorial granica, Barcelona.*
- Morlok. (1978). Transportation Planning, Text book,*
- Manheim (1979). Transportation Planning, Text book,*
- Morlok. (1978). Transportation Planning, Text book,*
- Knight (1924). Transportation Planning, Text book,*
- Potts y Oliver. (1972). Transportation Network and their representation,*
- Daganzo y Sheffi. (1977). The concept of stochastic user equilibrium was developed and formalized,*
- Yosef Sheffi. (1981). Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods,*
- Wagner. (1969).Mathematical Programming, Text book,*
- Simmons (1975). Mathematical Programming, Text book,*
- Bradley (1977). Mathematical Programming, Text book,*
- Hax and Magnanti (1977). Mathematical Programming, Text book,*
- Wisner and Chattergy (1979). Mathematical Programming, Text book,*
- Zangwill (1969). T Mathematical Programming, Text book,*
- Luenberger (1973). Mathematical Programming, Text book,*



# LA DINÁMICA DE SISTEMAS Y LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO

## *Systems dynamics and the limits to growth*

Marco Aurelio Zevallos Y Muñiz\*  
Danilo Gómez Peñaherrera\*

### **Resumen**

*El artículo muestra la importancia de la Dinámica de Sistemas como técnica para realizar prognosis en diferentes áreas.*

*El origen de esta técnica se da con los trabajos de Forrester y su aplicación al modelo de "Los Límites del Crecimiento" que se realizó en el MIT. Se hace un seguimiento de los diferentes cambios y aproximaciones que se han dado durante los últimos 40 años sobre el tema de "Los Límites del Crecimiento", lo que permite ver las diferencias que se han ido dando en este enfoque.*

*Posteriormente se muestra una de las tantas aplicaciones donde se usa la Dinámica de Sistemas. En este caso se trata de analizar detalladamente el caso de la Fiebre Amarilla. Se explica la metodología paso por paso; lo que permitirá una mayor profundización de los interesados.*

*Cabe resaltar que la técnica de Dinámica de Sistemas nace como una aplicación en las áreas de las ingenierías. Sin embargo esta metodología se ha ido expandiendo a muchas otras especialidades.*

**Palabras clave:** *Modelo de Crecimiento, Límites de Crecimiento, Dinámica de Sistemas, Diagramas de Forrester.*

### **Abstract**

The article shows the importance of the System Dynamics as a technique for prognosis in different areas.

The origin of this technique is given with Forrester and your application work the model of "The limits of growth" that took place at MIT. Of the different changes and approaches that have occurred during the past 40 years on the topic of "The limits of growth", tracking which allows you to see the differences that have been taking place in this approach.

Demonstrates one of the many applications where the system dynamics is used subsequently. In this case it's analyze in detail the case of yellow fever. The methodology is explained step by step; allowing a greater deepening of stakeholders.

It should be noted that the technique of system dynamics is born as an application in the areas of engineering. However this methodology it has expanded to many other specialties.

**Key words:** Limits to growth, Model of growth, Dynamics of systems, Diagrams of Forrester

## INTRODUCCIÓN

Este artículo está dividido en dos grandes partes. La primera trata sobre el famoso informe elaborado por el MIT por encargo del Club de Roma titulado “Los Límites del Crecimiento” y la segunda sobre el instrumento que se usó para elaborar dicho modelo, que es la “Dinámica de Sistemas”.

En la primera parte se comienza haciendo un resumen del origen del Club de Roma para después mostrar las principales conclusiones a las que se llegaron en el primer informe elaborado por el MIT.

Acá se mencionan los diferentes parámetros que influyen en los límites del crecimiento como es la producción de energía, alimentación y otros.

Posteriormente se hace un resumen de las conclusiones que se elaboraron en los diferentes informes que se fueron actualizando durante los diferentes años hasta llegar al último que se hace cuarenta años después.

Es importante ver el impacto que causaron estos informes, que pasaron desde desprestigiarlo hasta ver que hoy en día se toma muy en cuenta las conclusiones a nivel general.

Las preocupaciones por la protección del medio ambiente a nivel mundial, se puede decir que tuvieron su origen en el informe original y los posteriores, tal es el caso de la prohibición de los CFC para la protección de la capa de Ozono pero existen otros fracasos como el lograr la disminución de los compuestos que contribuyen al calentamiento global. Teniendo en el Protocolo de Kioto el más grande fracaso.

Esta primera aproximación no es nueva considerando que muchas de las técnicas de la ingeniería se vienen usando en las ciencias sociales. Como ejemplo de esto tenemos las Matemáticas Discretas; la Teoría de Grafos; la Inteligencia Artificial, los Bonds Graph entre los principales.

La segunda parte del informe trata sobre la herramienta que se usó para efectuar el modelo y el respectivo análisis de dicho modelo.

La técnica usada fue la Dinámica de Sistemas, la cual se sigue utilizando hasta el momento

y que cada vez tiene más aceptación en la Especialidad de Ingeniería de Sistemas y de otras ramas, como las Ciencias Económicas y las Ciencias Sociales.

Esta técnica comienza con la elaboración de los Diagramas Causales para continuar con la elaboración de los Diagramas de Forrester, de ahí se pasa a la elaboración de las ecuaciones correspondientes al sistema para finalmente ser tratadas con uno de los múltiples paquetes de software que hay en el mercado.

Se desarrolla la técnica de la Dinámica de Sistemas para mostrar la aplicación directa que se tiene, en este caso específico el de la “Fiebre Amarilla”, con la finalidad de mostrar la versatilidad del método

Se termina el artículo presentando unas conclusiones sobre los informes presentados así como sobre la metodología empleada.

## CLUB DE ROMA

La iniciativa de la fundación del Club de Roma, se debe a Aurelio Peccei, industrial y académico Italiano, quien conjuntamente con Alexander King, científico Escocés, crean dicha institución en la reunión que tuvo lugar entre el 7 y 8 de Abril de 1968, en la Accademia dei Lincei en Roma; donde estuvieron cerca de 30 científicos y economistas europeos.

Giovanni Agnelli, nieto del fundador de la FIAT, heredero de la fortuna familiar y presidente de la fundación que lleva su nombre, patrocina la fundación del Club de Roma.

El objetivo principal de esta reunión fue la de analizar y discutir los problemas globales que afectaban a la humanidad, así como los problemas que se presentarían en el futuro.

El Club de Roma, se legaliza en 1970, bajo la legislación suiza.

El Club de Roma cuenta con más de 100 especialistas de aproximadamente 52 países, habiendo

publicado más de una treintena de informes; sobre todo en lo relacionado al medio ambiente.

En 1972, el Club publica un informe sobre Los Límites del Crecimiento, que se realizó por su encargo a los siguientes investigadores del M.I.T. Meadows, D.H.; Meadows, D.L.; Randers, J; Behrens, W.

Como consecuencia de este informe, se inició una toma de conciencia de los problemas medioambientales.

El Club de Roma, ha publicado un nuevo informe, titulado “2052: Una proyección para los próximos 40 años”. Dentro de otros se quiere lograr que el incremento de la temperatura del medio ambiente este por debajo de los 2° C.

### EL INFORME MEADOWS O LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO

En el año 1972, se publica el informe “The Limits to Growth”. Elaborado en el MIT por Meadows, D.H.; Meadows, D.L.; Randers, J; Behrens, W.(1).

Para la realización de dicho informe, se usaron las técnicas de la Dinámica de Sistemas, técnica desarrollada por Jay Forrester (2) (3)], para modelar diferentes sistemas complejos, utilizando los Diagramas de Forrester; que se tratarán en la parte correspondiente a la Dinámica de Sistemas.

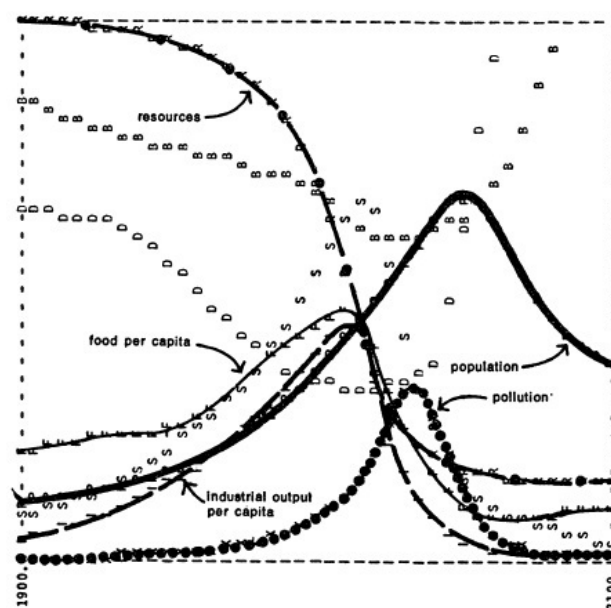
En dicho estudio se recopilaron datos sobre la evolución de los primeros setenta años del siglo XX.

Las variables analizadas entre otros, fueron:

- El crecimiento poblacional
- La producción industrial y agrícola
- La contaminación ambiental
- Las reservas de algunos minerales.

Se describieron las perspectivas de crecimiento para el siguiente siglo y las conclusiones a las que se llegaron fueron pesimistas.

En el siguiente gráfico se muestra un resumen de la información elaborada por los autores:



Las principales conclusiones del informe, se presentan de manera resumida, en el libro publicado por los mismos autores, 20 años después[4], y son las siguientes:

- “Si las actuales tendencias de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación, producción de alimentos y explotación de recursos continua sin modificaciones, los límites de crecimiento en nuestro planeta se alcanzará en algún momento dentro los próximos 100 años”
- “Es posible alterar estas condiciones de crecimiento y establecer unas condiciones de una estabilidad económica y ecológica, capaces de ser sostenida en el futuro”

### MAS ALLÁ DE LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO (20 AÑOS DESPUÉS DEL PRIMER INFORME)

A iniciativa de Ricardo Diez Hochlitner, quien asumió la presidencia del Club de Roma en 1992, solicita a los mismos investigadores del M.I.T. una actualización del informe original.

Empleando la misma metodología con equipos más potentes llegan a las siguientes conclusiones (4):

- “La utilización humana de muchos recursos esenciales y la generación de muchos tipos de



contaminantes han sobrepasado ya las tasas que son físicamente sostenibles. Sin reducciones significativas en los flujos de materiales y energía, habrá en las décadas venideras una incontrolada disminución per cápita de la producción de alimentos, el uso energético y la producción industrial”.

- “Esta disminución no es inevitable. Para evitarla son necesarios dos cambios. El primero es una revisión global de las políticas y prácticas que perpetúan el crecimiento del consumo material y de la población. El segundo es un incremento rápido y drástico de la eficiencia con la cual se utilizan los materiales y las energías”.
- “Una sociedad sostenible es aún técnica y económicamente posible. Podría ser mucho más deseable que una sociedad que intenta resolver sus problemas por la constante expansión. La transición hacia una sociedad sostenible requiere un cuidadoso equilibrio entre objetivos a largo y corto plazo”.

## LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO (30 AÑOS DESPUÉS DEL PRIMER INFORME) (5)

Doce años más tarde, en 2004, Donella H. Meadows, Jorgen Randers y Dennis L. Meadows publican *Límites del crecimiento: a los treinta años* (Limits to growth: the 30 years up date). El peligro aumenta. La urgencia de adoptar medidas también.

Federico Mayor Zaragoza (6), presenta el sumario de las conclusiones del libro, que son las siguientes:

- “Las señales se hallan en todas partes alrededor nuestro:”
- “El nivel del mar ha crecido entre 10 y 20 centímetros desde 1900. La mayoría de los glaciares (no polares) se están reduciendo y la extensión y espesor del hielo del polo Ártico decrece notoriamente, especialmente en verano”.
- “En 1998 más del 45% de los habitantes de la Tierra han tenido que vivir con ingresos que se sitúan alrededor de los 2 dólares diarios como

máximo. Entretanto, el 20% de la población ‘rica’ del mundo posee el 85% del PIB global. Y la fosa entre ricos y pobres no deja de ampliarse”.

- “En el año 2000, la FAO anunció que el 75% de la pesca en el océano estaba sobrepasando los límites que podrían garantizar su conservación”.
- “Lo mismo sucede con el suelo, que presenta una extraordinaria degradación de la tierra utilizada para explotación agrícola”.

“Está claro que son síntomas de un mundo explotado en exceso, del cual extraemos recursos más rápidamente de lo que pueden restablecerse, y liberamos productos de deshecho y contaminantes en mayor cantidad de la capacidad de la Tierra para absorberlos o hacerlos inocuos”.

“Todo ello nos está conduciendo a un colapso medioambiental y económico, aunque existen todavía posibilidades de tratar estos desafíos y reducir su impacto”.

## LOS LÍMITES DEL CRECIMIENTO REVISADO (40 AÑOS DESPUÉS DEL PRIMER INFORME)

Ugo Bardi (7), en el 2011, publica el libro “Los Límites del Crecimiento Revisados”.

En dicho libro se presenta la historia de la publicación original, explicando el tema de los modelos y la simulación que se pueden hacer con ellos.

Menciona que tuvo objetivos muy ambiciosos para entender el dilema de la humanidad que define como “Un conjunto de Problemas Cruciales sobre el uso de los recursos del mundo”. Con la finalidad de lograr que el sistema económico mundial vaya a un nivel de sostenibilidad; lo que resultó muy difícil de llevar a la práctica.

Bardi, llega a las siguientes conclusiones:

- Existió una dificultad muy grande para entender el mensaje original. Que fue mal entendido y mal interpretado. Sobre todo,

porque se pedía detener la contaminación y desacelerar el crecimiento económico lo que generó “Una fuerte oposición de los poderosos lobbies industriales y políticos”

- El informe original se distribuyó masivamente lo que generó una serie de mecanismos cuya reacción no se pudo predecir. Surgieron muchos informes en contra como los escritos por Naomi Oreskes y Erik Conway titulado “Los Mercaderes de la Duda”(8); además del libro escrito por Thomas McGarity y Wendy Wagner, titulado “La Ciencia Distorsionada”(9).
- Bardi menciona que el estudio original fue “finalmente enviado al basurero de teorías científicas equivocadas”; debido a “una desinformación mediática y al efecto Cassandra”.
- Hubo mucha dificultad para poner en práctica “las acciones diseñadas”, para resolver los problemas mencionados ya que “a problemas globales, se requieren soluciones globales”
- Sin embargo a la fecha existen varios casos exitosos a nivel internacional para combatir “las amenazas ambientales”, tal es el caso de la prohibición del uso de los compuestos CFC (Clorofluorocarbonos); con la finalidad de proteger a la capa de ozono y que la humanidad no este expuesta a los rayos ultravioleta.
- Este tipo de tratados han resultado relativamente simples ya que se tratan de problemas específicos, mientras que los problemas más complejos como el del calentamiento global es mucho más difícil de lograr un acuerdo.
- Otro tema en el cual es difícil de lograr un acuerdo, es el de reducir la explotación de las reservas minerales con la finalidad de extender su duración.
- Si se quiere implementar medidas impopulares se debe de llegar a un nivel de “visión compartida”.
- Se debe asegurar lograr dar pequeños pasos que sean coherentes con los objetivos deseados.
- Todo tipo de modelo es útil siempre y cuando se entiendan sus límites así como sus propósitos.

Porque existe una discrepancia entre los modelos académicos y el mundo real.

- No se debe de olvidar que el modelo no es más que una herramienta para el proceso de la toma de decisiones. Pero la decisión es un proceso más complejo.

## LA DINÁMICA DE SISTEMAS

### Definiciones

Javier Aracil en su libro “Introducción a la Dinámica de Sistemas”(10). Define a esta como:

- “Una metodología para la construcción de modelos de sistemas sociales, considerando en esta clase a sistemas socioeconómicos, sociológicos y psicológicos; pudiendo aplicarse también a sistemas ecológicos. Su desarrollo se inserta en el intento de establecer técnicas que permitan expresar en un lenguaje formalizado, el de las matemáticas, los modelos verbales (mentales) de los sistemas sociales”

Ernesto Lagarda, en su publicación “Introducción a la Dinámica de Sistemas”(11), menciona tres definiciones de los autores siguientes:

| Silvio Martinez y Alberto Requema (12), definen a la Dinámica de Sistemas como: “Es una metodología de uso generalizado para modelar y estudiar el comportamiento de cualquier clase de sistemas y su comportamiento a través del tiempo con tal de que tenga características de existencias de retardos y bucles de realimentación”

- Jay Forrester, sobre la Dinámica de Sistemas dice que esta, “Estudia las características de realimentación de la información en la actividad industrial con el fin de demostrar como la estructura organizativa, la amplificación (de políticas) y la demoras (en las decisiones y acciones) interactúan e influyen en el éxito de la empresa”.
- Javier Aracil y Francisco Gordillo[13], indican que “Es un método en el cual se combinan el análisis y la síntesis, suministrando un ejemplo concreto de la metodología sistémica.

- La dinámica de sistemas suministra un lenguaje que permite expresar las relaciones que se producen en el seno de un sistema, y explicar cómo se genera su comportamiento”.
- Jay Forrester, en una conferencia en la Universidad de Sevilla, define que "La dinámica de sistemas usa conceptos del campo del control realimentado para organizar información en un modelo de simulación por computadora. Una computadora ejecuta los papeles de los individuos en el mundo real. La simulación resultante revela implicaciones del comportamiento del sistema representado por el modelo”.

## HISTORIA

Forrester, desarrolla esta metodología en la década de los cincuenta.

Publica en 1961 el libro *Industrial Dynamics*, como resultado del estudio de las variaciones de las ventas de una empresa.

En 1969, publicó otro estudio sobre la dinámica urbana aplicando la misma metodología.

En 1970, realiza el “Modelo del Mundo”, que sirvió de base para el trabajo del Club de Roma.

Forrester establece un paralelismo entre los sistemas dinámicos que son evolutivos con uno hidrodinámico, constituido por depósitos, intercomunicados por canales con o sin retardos.

## ETAPAS PARA EL DESARROLLO DE LA DINAMICA DE SISTEMAS

De acuerdo a Aracil (10), las etapas para elaborar el modelo son las siguientes:

1. Observar los modos en los que se comporta el modelo real e identificar los elementos fundamentales del mismo.
2. Analizar las estructuras de realimentación que producen el comportamiento observado.

3. En función a la estructura observada, construir el modelo matemático del sistema para que pueda ser programado en una computadora.
4. Usando este modelo simular el comportamiento dinámico de la estructura del sistema.
5. Modificar la estructura hasta que las componentes y el comportamiento resultante coincidan con el comportamiento observado en el sistema.
6. Modificar las decisiones a introducir en el modelo hasta obtener decisiones aceptables y utilizables.

De acuerdo a Martínez y Requena (11), las etapas para la elaboración de un modelo siguen los siguientes pasos:

1. Descripción del sistema, identificación de elementos y relaciones fundamentales.
2. Elaboración de los Diagramas Causales.
3. Definición precisa de cada magnitud, así como el código de variables.
4. Elaboración del Diagrama de Forrester y el del Diagrama de Dinámica de Sistemas.
5. Elaboración de las Ecuaciones que representan el modelo.
6. Calibración del modelo.
7. Análisis de sensibilidad.
8. Evaluación del modelo contrastado con la realidad.
9. Utilización del modelo en escenarios e imágenes simuladas.

Este último procedimiento es más detallado que el ofrecido por Aracil.

## ELABORACION DE LOS DIAGRAMAS CAUSALES

Un diagrama causal es desde ya un modelo, puesto que es la representación gráfica de un sistema.

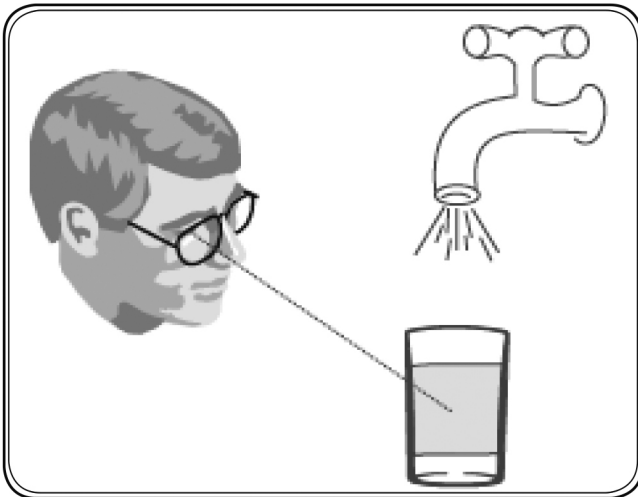
Para la elaboración de estos Diagramas se deben considerar que hay 2 tipos de relaciones:

1) Relaciones de influencia simples.

Establece las relaciones entre los diferentes elementos señalando específicamente cual es el signo de variación entre cada par de elementos.

Aracil, presenta el siguiente ejemplo:

**Gráfico 1.**



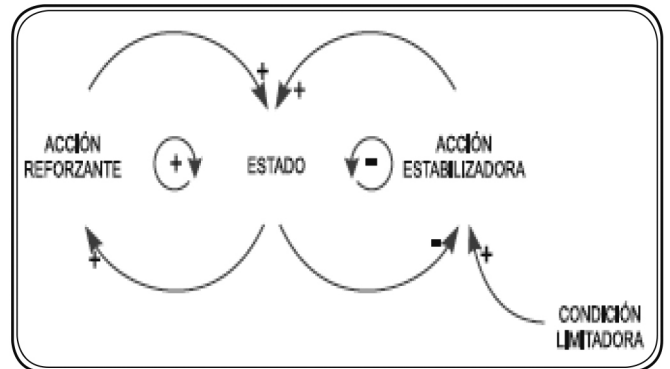
FLUJO DE AGUA → NIVEL

2) Bucle de realimentación positiva y/o negativa.

De acuerdo a Martínez y Requena [12]: Existe un bucle de realimentación cuando en un diagrama causal existe una flecha que partiendo de una variable vuelve a ella después de un camino más o menos largo.

Aracil nos muestra un ejemplo de dicho diagrama:

**Gráfico2.**

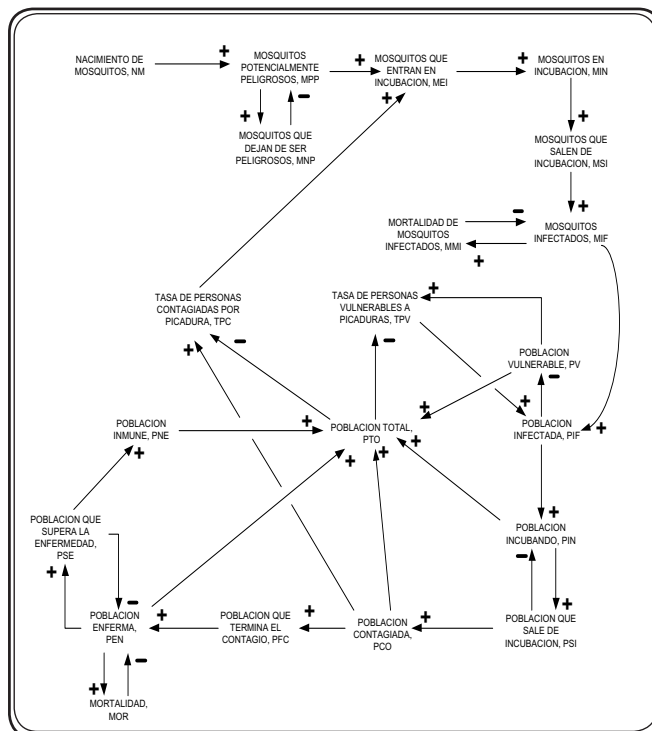


El diagrama muestra dos bucles, uno con realimentación positiva y otro con realimentación negativa.

A continuación se presenta un diagrama causal del modelo de “Fiebre Amarilla”, tomado del libro de Martínez y Requena.

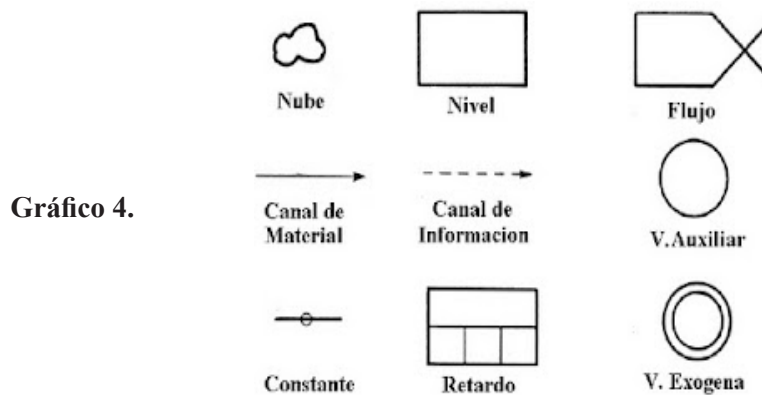
**DIAGRAMA CAUSAL DEL MODELO “FIEBRE AMARILLA”**

**Gráfico 3.**



## DIAGRAMAS DE FORRESTER

Los Diagramas de Forrester usan una serie de símbolos cuyo significado se detalla a continuación:



### Nube.

Representa una fuente o un pozo y que se interpreta como un nivel sin interés y prácticamente inagotable.

### Nivel o Estado.

Representa la acumulación de un flujo.

### Flujo.

Es la variación de un nivel, lo que implica un cambio en el estado del sistema.

### Canal de Material.

Es el canal de transmisión de una magnitud física que se conserva.

### Canal de Información.

Es el canal mediante el cual se transmite una cierta información y que a su vez no es necesario que se conserve.

### Variable Auxiliar.

Es una cantidad que tiene un significado físico en el mundo real y a su vez un tiempo de respuesta instantánea.

### Constante.

Elemento que no cambia de valor.

### Retraso.

Es un elemento que simula retrasos en la transmisión de información o material.

### Variable Exógena.

Es una variable cuya evolución es independiente de las del resto del sistema. Representa una acción del medio sobre el sistema.

## RELACION EXISTENTE ENTRE EL DIAGRAMA CAUSAL Y EL DIAGRAMA DE FORRESTER

Nos ha parecido mucho más útil el uso de ambos diagramas utilizando un ejemplo específico.

Este ejemplo ha sido tomado del libro de Aracil[10], relacionado con modificación que hay en la población con respecto a los nacimientos y defunciones, su relación con el empleo, la población activa, el empleo total, la tensión del empleo, la inmigración, el empleo fijo generado, así como el empleo eventual generado.

En relación al diagrama causal no debemos olvidar que es el primer modelo, puesto que si la tensión del empleo disminuye la inmigración también tendrá a disminuir.

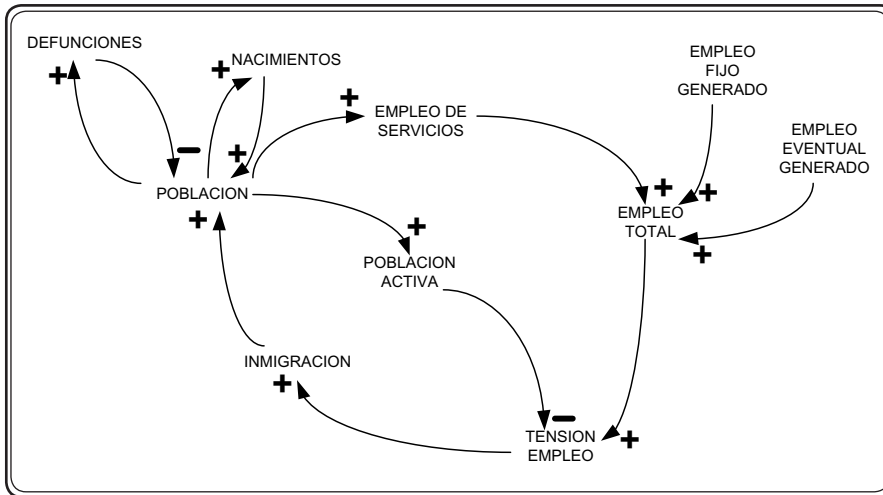
Un ejemplo típico de esto es lo que sucedió en España, puesto que la cantidad de inmigrantes aumento mientras se vivió el auge de las empresas.

Con motivo de la recesión el empleo ha disminuido lo que también a hecho que disminuye la inmigración.

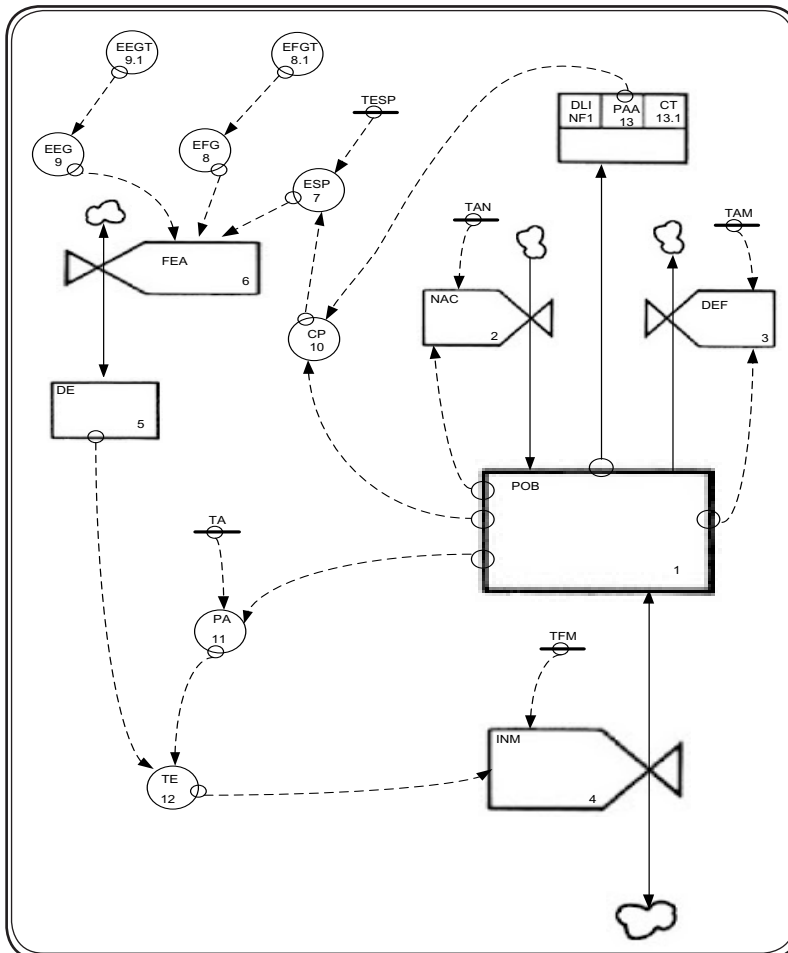
**El Diagrama Causal y el de Forrester, son los siguientes:**

**Gráfico 5.**

**DIAGRAMA CAUSAL**



**DIAGRAMA DE FORRESTER**



## ECUACIONES MATEMATICAS

A continuación y con la finalidad de no recargar el artículo presente pondremos solamente algunas ecuaciones del modelo de Aracil[10]:

$$NAC.KL = POB.K \times TAN$$

NAC. – Nacimiento por año

POB. – Población

TAN. – Tasa anual de natalidad

$$DEF.KL = POB.K \times TAM$$

DEF. – Defunciones por año

POB. – Población

TAM. – Tasa anual de mortalidad

$$INM.KL = TE.K \times TFM$$

INM – Inmigración neta por año

TE – Tensión de empleo

TFM – Tamaño familiar medio

$$DE.K = DE.J + (DT) (FEA.JK)$$

$$DE = DEI$$

DE – Demanda de empleo

DT – Intervalo de integración

FEA – Flujo de empleo anual

DEI – Demanda de empleo inicial

## SOFTWARE UTILIZADO

A finales de los 50 se elaboró un software llamado SIMPLE.

Posteriormente, se desarrolló el DYNAMO.

En la actualidad existen los siguientes paquetes de software:

- VENSIM,
- POWERSIM
- THINK
- STELLA
- PROFESSIONAL DYNAMO
- MapSys
- Anylogic
- Evolución
- Simile
- Sphinx
- TRUE
- CONSIDEO

## CONCLUSIONES

1. Todos los informes elaborados sobre “Los límites del Crecimiento” tienen una vigencia actual e importante.
2. A pesar de haber sido desprestigiado en su momento y aun posteriormente la vigencia de las conclusiones de los informes, estos siguen siendo importantes.
3. Es de consenso mundial que el cuidado del Medio Ambiente es crucial para la supervivencia del género humano y del planeta en sí.
4. Como se ha producido una toma de conciencia a nivel general es que existen políticas que han sido implantadas mundialmente, tal es el caso de la prohibición de los compuestos CFC.
5. Dentro de otros aspectos se han desarrollado nuevas fuentes de energías no-convencionales y no contaminantes.
6. Lamentablemente no se ha podido elaborar una política a nivel mundial, para evitar el efecto invernadero, como producto de la contaminación industrial.
7. Se puede hablar entonces del fracaso del famoso Protocolo de Kioto y de las siguientes reuniones donde no se ha llegado a un consenso mundial.
8. El Club de Roma también elaboro propuestas, de lo que se debe hacer para que en el año 2052, se llegue a tener un incremento de la temperatura ambiental global que sea menor de 2°C.
9. La Dinámica de Sistemas como metodología empleada sigue siendo válida, y es una de las técnicas más generalizadas para elaborar modelos de sistemas.
10. Lo que se tiene que considerar que los modelos, son solo eso, modelos de una realidad y no la realidad misma; por lo que se tiene que tener en cuenta que los resultados se deben siempre contrastar con la realidad e ir afinando el modelo para llegar a conclusiones válidas.
11. Para la carrera de Ingeniería de Sistemas y ramas afines, esta es una herramienta de uso cotidiano.

## REFERENCIAS

- Donella H. Meadows et al., The Limits to Growth. Universe Books. New York, U.S.A. 1972.*
- Forrester, Jay. Industrial Dynamics. M.I.T. Press. U.S.A. 1961.*
- Forrester, Jay. World Dynamics. M.I.T. Press. U.S.A. 1971.*
- Donella H. Meadows et al., Mas Alla de los Limites del Crecimiento. New York, Editorial El Pais - Aguilar, Madrid, España. 1992*
- Donella H. Medows, Jorgen Randers, Dennis L. Meadows. Límites del crecimiento: a los treinta años (Limits to growth: the 30 years up date).Chelsea Green Publishing company. 2004.*
- Mayor Zaragoza, Federico. Los Límites del Crecimiento. Tribuna Libre. N° 181. España. Diciembre 2009.*
- Bardi, Ugo. The Limits to Growth Revisited. Springer. New York, U.S.A. 2011*
- Oreskes, Naomi and Conway, Erik. Merchants of Doubt. Bloomsbury Press. U.S.A. 2010*
- McGarity, Thomas and Wagner, Wendy. Bending Science: How special interests corrupt public health research. Harvard University Press. U.S.A. 2008*
- Aracil, Javier. "Introducción a la Dinámica de Sistemas" (Alianza Universidad Textos. Alianza Editorial. Madrid, España. 1992)*
- Lagarda, Ernesto. "Introducción a la Dinámica de Sistemas". <http://jmonzo.net/blogeps/ids1.pdf>*
- Martínez Silvio y Requema Alberto. "Simulación dinámica por ordenador" Alianza Editorial, Madrid, 1988.*
- Aracil Javier y Gordillo Francisco. "Dinámica de sistemas", Alianza Editorial, Madrid, 1997.*
- Forrester, Jay. Texto inédito: Universidad de Sevilla. Sevilla, España. Diciembre de 1998. <ftp://sysdyn.mit.edu/ftp/sdep/papers/D-4808.pdf>*
- Aracil, Javier. Dinámica de Sistemas. Isdefe. Madrid, España. 1995*





# TUTORÍA UNIVERSITARIA

## *University tutorship*

Marco Aurelio Zevallos y Muñoz\*

### **Resumen**

*El presente trabajo muestra que las tutorías son un componente principal en prácticamente todas las universidades.*

*Se presenta una evolución histórica de la universidad en el mundo occidental, del tutor, de los modelos de universidad y los indicadores de cambio que implican la creación de un sistema de tutoría.*

*Se da una definición de tutoría y los lineamientos para preparar e implementar un Plan de Acción Tutorial.*

**Palabras Clave:** *Tutoría Universitaria*

*Universitas, Tutor Modelos de universidad, Competencias, Modelos de asesoría, Consultas tutoriales, Plan de Acción Tutorial.*

### **Abstract**

*The present work shows the evolution of the universities in the occidental word and*

*the role of the general adviser and the director of studies.*

*This work presents the definition of tutorships and its importance in all universities in order to produce the best results in the processes of learning and teaching.*

*This woks presents the policy in order to elaborate the strategic plan of tutorship.*

**Key Words:** *University Tutorship, Universitas, General Adviser, Director of Studies, Models of universities, Competencies, Models of tutorship, Consulting Planning.*

## INTRODUCCIÓN

La tutoría universitaria va teniendo cada vez más importancia, dentro de las funciones que brinda una universidad.

Este hecho se debe a una serie de cambios que se vienen realizando; dentro de los cuales se pueden mencionar entre otros la globalización, la población universitaria, las diferencias organizacionales y los diferentes modelos de universidad.

La culminación para implantar el programa de tutoría implica la elaboración de un plan estratégico que debe contener: la definición del programa, el alcance de la misma y quienes serán los alumnos tutorados.

## FUNDAMENTOS ORIGEN DEL TÉRMINO UNIVERSIDAD

Alfonso Pozo Ruiz (2004) de la Universidad de Sevilla, España; menciona que ““Universidad” en su origen no indicaba un centro de estudios sino una agremiación o “sindicato” o asociación corporativa que protegía intereses de las personas dedicadas al oficio del saber.”

También menciona que: “La palabra “Universidad” procede del latín UNIVERSITAS, nombre abstracto formado sobre el adjetivo UNIVERSUS-A-UM (“todo”, “entero”, “universal”), derivado a la vez de UNUS-A-UM (“uno”).”

“En el latín medieval UNIVERSITAS se empleó originariamente para designar cualquier comunidad o corporación considerada en su aspecto colectivo.

Cuando se usaba en su sentido moderno denotando un cuerpo dedicado a la enseñanza y a la educación requería la adición de un complemento para redondear su significado “Universitas Magistrorum et Scholarium”

Así mismo menciona que: El triunfo de la palabra UNIVERSITAS con su significado actual no llegó hasta el Renacimiento.

Es claro que la palabra universitas, formada por los elementos unus, una unum, y verto,

vertere, versum, expresa una visión globalizadora de toda la realidad”.

## ORIGEN HISTÓRICO DE LAS UNIVERSIDADES EN EL MUNDO OCCIDENTAL

### Edad Media

En el bajo medioevo se empiezan a crear en Europa las principales universidades que en líneas generales superviven hasta el momento.

En el cuadro siguiente se muestran las universidades europeas más antiguas

Nombre	Ciudad	País	Año de fundación
Universidad de Bolonia	Bolonia	Italia	1088
Universidad de París	París	Francia	1090
Universidad de Oxford	Oxford	Inglaterra	1096
Universidad de Montpellier	Montpellier	Francia	1169
Universidad de Módena	Módena	Italia	1175
Universidad de Cambridge	Cambridge	Inglaterra	1209
Universidad de Salamanca	Salamanca	España	1218
Universidad de Padua	Padua	Italia	1222
Universidad de Nápoles	Nápoles	Italia	1224
Universidad de Toulouse	Toulouse	Francia	1229

En esta época el profesor es el encargado de guiar y orientar al alumno en el aspecto de sus estudios, pero también se hace responsable de su conducta moral y social, es decir, que existe una relación muy estrecha entre el profesor y el alumno.

## Renacimiento

Esta es la época donde se producen grandes cambios puesto que trabajan en busca de la verdad científica, pero también tratan sobre los aspectos de investigación.

El profesor tiene dos tareas:

- La primera de ellas, como transmisor de los conocimientos
- La segunda, ofrece una reflexión crítica sobre los conocimientos adquiridos.

Respecto a los alumnos, el trato sigue prácticamente igual pero con algunos aires de libertad como consecuencia de la etapa reflexiva a la que se dedican los profesores.

## Edad Moderna

Hasta finales del siglo XIX se crearon y consolidaron diferentes tipos de Universidades sin cambiar los conceptos de la docencia en lo que concierne a la transmisión de los conocimientos donde el Profesor es la máxima autoridad.

Sin embargo, se preocupan de la utilidad y la utilización de los conocimientos con fines prácticos.

A fines del Siglo XIX, se produce la revolución industrial, este hecho hace que exista una relación muy estrecha entre el conocimiento per se con el uso práctico.

## Edad Contemporánea

En el siglo XX el desarrollo industrial en primer lugar y después con el adelanto científico tecnológico la universidad está ligada a la creación y transmisión de conocimientos y de su aplicación práctica a nivel industrial.

Es aquí que los alumnos universitarios y su nivel de profesionalización están marcados por las demandas del mercado laboral, lo que en algunos casos ha llegado a condicionar el desarrollo de la actividad académica.

Por otro lado el desarrollo debido a las tecnologías de información y comunicaciones (TIC),

han hecho que exista la transmisión del conocimiento de una manera virtual y a nivel global.

Así mismo, se avizoran grandes cambios con el uso de las Redes Sociales tal como veremos mas adelante al tratar el tema de los modelos de universidad.

## EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL TUTOR

Según Villayandre, C.A. y Pérez, C.J. (2000), de la Universidad de Coruña en el quinto congreso Galego Portugués de Psicopedagogía, hacen una descripción de la evolución histórica del tutor, que a continuación resumimos:

Mencionan que la palabra tutor ha ido abarcando las funciones de Protector y Preceptor

### LA IDEA DE PROTECTOR

Surge en el segundo tercio del siglo XV donde la función es la de velar, proteger y defender a la persona que se tiene bajo su protección

### LA IDEA DE PRECEPTOR

Esta idea surge como consecuencia de las diferentes formas de enseñanza que han ido evolucionando con el tiempo, los autores señalan que hay dos periodos:

#### PRIMER PERIODO

La enseñanza es individual ya que el punto clave esta en la relación del discípulo con la persona que enseña, donde el contenido de la enseñanza no es el factor principal

#### SEGUNDO PERIODO

Este periodo es llamado de estado universal donde la enseñanza comienza a institucionalizarse, apareciendo los planes de estudio, los libros de texto, métodos y procedimientos.

La enseñanza se centra en el saber transmitir; se edifican centros, y la enseñanza primero se democratiza y después se masifica.

Es interesante observar que en las universidades anglosajonas superviven estas funciones ya que el Profesor ejerce la tarea de "General Adviser" que

viene a ser el protector personal y al mismo tiempo ejerce la tarea de “Director of Studies” que viene a ser el de preceptor personal, resumiendo se podría decir que en uno es responsable del bienestar del estudiante y en segundo lugar también es responsable de la carrera del estudiante.

## **LA FUNCIÓN TUTORIAL Y LOS DIFERENTES MODELOS DE UNIVERSIDAD**

La relación entre los fines de la Universidad y la función tutorial desarrollada por la plana docente cambia según el modelo desarrollado.

### **MODELO ACADÉMICO**

Este modelo está ligado estrechamente a la tradición Alemana, donde se ha centrado las funciones de la Universidad en el desarrollo académico de los estudiantes, sin un fin netamente profesional sino en el estímulo de la ciencia, lo que ha implicado los grandes avances teóricos.

Respecto al estudiante, el docente sólo está ligado a él en el aspecto académico y totalmente desvinculado de sus necesidades personales.

### **MODELO DE DESARROLLO PERSONAL**

Este modelo está estrechamente relacionado a la tradición Anglosajona, que presta una mayor atención al bienestar y desarrollo personal de los alumnos incluyendo la orientación académica profesional y personal.

Se tiene una formación generalista y centrada en el mercado laboral.

### **MODELO DE DESARROLLO PROFESIONAL**

Este modelo surge como consecuencia del traspaso de la formación en la empresa a las escuelas técnicas, donde el rol del profesor tutor es asegurar la capacitación profesional y su ajuste al mercado laboral.

### **MODELO DE LAS REDES SOCIALES**

Piscitelli, A.(2010), nos menciona el concepto de Posuniversidad; dentro de un proyecto realizado el

2009 en Buenos Aires usando el Facebook; y que el resume de la forma siguiente:

“En esencia, el Proyecto Facebook fue un intento de construcción de un entorno colaborativo y abierto de educación, que se ajustara más a las maneras en que entendemos que se produce el conocimiento y menos a una tradición educativa que concibe a los alumnos como destinatarios y no actores de este proceso. Encontrarán aquí una descripción de su funcionamiento y algunos resultados alcanzados. Si bien no dudamos de que los detalles de esta experiencia pueden resultar de interés más allá de nuestro contexto, también creemos necesario reafirmar que el éxito de las experiencias debe situarse en un aquí y ahora. No solo descreemos de la efectividad de preceptos de alcance universal, sino que nos mueve otra convicción. En lugar de aferrarnos a fórmulas o recetas, sean ellas fruto de la tradición o de la innovación, debemos aceptar y promover que el cambio cambie.”

Se observa claramente que el concepto de tutoría cambia radicalmente y tendrá que adecuarse a este y otros nuevos modelos.

La evolución de cada modelo de Universidad muestra que el nivel de desarrollo de los sistemas tutoriales presenta enormes divergencias, dependiendo también de cada país donde se aplique.

En el caso anglosajón vemos que la tutoría tiene una larga tradición, mientras que en el resto de países recién se está dando.

## **INDICADORES DE CAMBIO EN LAS UNIVERSIDADES QUE HACEN NECESARIO LA IMPLEMENTACION DE LAS TUTORIAS**

En la vida Universitaria se dan circunstancias que hacen que el rol de tutor que ejercen los profesores sean cada vez más importantes.

En la actualidad se ha puesto en boga el tema de las tutorías universitarias debido a los problemas derivados de la globalización y de los adelantos científicos tecnológicos, pero sobre todo al empleo masivo de las tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), donde se han desarrollado

modelos de Tutoría utilizando estos procedimientos modernos y actuales.

Sin embargo no debemos olvidar que en la actualidad todo trabajo esta basado en lo que se ha dado a llamar “La Gestión de Conocimiento”, que es el verdadero motor de la sociedad actual.

### LA POBLACIÓN UNIVERSITARIA

El perfil del estudiante universitario ha cambiado drásticamente debido fundamentalmente a los siguientes hechos:

- Existe una masificación del alumnado que conlleva a la alta diversificación del alumno que llega a la Universidad.
- Se observa también el gran aumento del alumnado de sexo femenino.
- Además hay alumnos cada vez de mayor edad que se incorporan a la universidad, sobre todo los que por razones sobretodo de trabajo dejaron sus estudios.
- Hay una reducción de los estudiantes solo dedicados a sus estudios, hay una proporción cada vez mayor de alumnos(as) que trabajan para poder pagarse los estudios o por razones personales que se ven obligados a trabajar.
- El origen totalmente heterogéneo de los estudiantes según el tipo de universidad al que se incorporan, siendo estas en una gran clasificación las universidades públicas o privadas.
- También existen características y diferentes especialidades ofrecidas.

### LAS DIFERENCIAS ORGANIZACIONALES

- Existe en la actualidad una cantidad muy grande de títulos ofrecidos por las universidades.
- También el nivel del creditaje es muy variado pues existen las horas dedicadas a la teoría versus las de práctica donde no hay un criterio común sobre como debe considerarse el creditaje.

- La organización semestral es muy variada donde se dan casos en los que hay un currículo fijo que deben aprobar y otro modelo flexible donde el alumno elija según su conveniencia.

### LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES (TIC)

- Estas tecnologías son cada vez más de una aplicación masiva en los diferentes procesos universitarios como son la docencia, la investigación y comunicación con el profesor.

Existen además carreras presenciales, semipresenciales y totalmente virtuales.

### LA CALIDAD UNIVERSITARIA

- El problema principal radica en definir cuales son los indicadores de calidad y la métrica que se ha de aplicar. Esto a su vez implica poner en marcha una serie de procesos de evaluación y el diagnóstico de la universidad en función a estos estándares.
- El segundo problema importante son las diferentes fases de transición del exalumno al mercado laboral donde la competitividad es cada vez mayor.
- El tercer problema es la redefinición o replanteamiento del material enseñanza aprendizaje.

### DEFINICIÓN DE TUTORÍA

Se han encontrado una variedad bastante amplia de definiciones sobre el tema; que iremos reseñando y finalmente presentaremos una síntesis.

Según la Universidad de Mendoza Argentina (2010), la tutoría universitaria es una estrategia de apoyo y de orientación que se brinda a los alumnos para apoyarlos para mejorar su rendimiento en los estudios y orientarlos para solucionar las dificultades que se les presentan en la vida universitaria.

Al respecto la Universidad de Barcelona España (2000) sostiene que la tutoría es una tarea de intervención del profesor tutor para informar, formar y orientar a los estudiantes en el ambiente académico y a la vez aportar información y orientación a los

órganos responsables de la universidad para mejorar la calidad de la enseñanza.

En la Universidad Politécnica de Valencia España (upv) (2000), Esta definición se ha editado de la publicación de los objetivos del plan.

La tutoría universitaria consiste en apoyar y orientar al alumno en su proceso de formación integral, favoreciendo la integración del alumno ingresante en la universidad, evitando el sentimiento de aislamiento del alumno del primer curso, identificando las dificultades que se le presentan en los estudios y analizar las posibles soluciones.

Según VILLAYANDRE, A. Y PÉREZ, J. (2000), La definición ha sido editada de la ponencia de los autores.

La tutoría es una acción clave en la calidad de la educación universitaria, donde el tutor asume una función de autoridad dada su superioridad madurativa, en relación con el tutelado, para protegerlo y estimularlo, orientarlo guiarlo asesorarlo prestarle ayuda y asistencia para formar su personalidad e introducir al tutelado en los procesos instructivos y de investigación.

De acuerdo a CANO, R. (2009) La tutoría es el elemento básico para lograr la excelencia educativa, dándole al alumno la asesoría académica profesional y de orientación personal para lograr un aprendizaje autónomo.

La tutoría tiene tres dimensiones:

- La tutoría vocacional (Tránsito Colegio Universidad)
- La tutoría académica universitaria (docente-orientador)
- La profesional laboral (inserción laboral)

REVUELTA, F. (2008), define a la tutoría como: El apoyo a la incorporación del alumno al mundo universitario, hacer un seguimiento individualizado y personalizado de los alumnos. Se les brindará el apoyo metodológico que lo requiera así como la orientación general en cuanto a estudios, y sobre todo apoyarlo para que logre su desarrollo dentro de la vida universitaria.

MONTSERRAT, S., GISBERT, M. Y ISUS S. (2007) Definen la tutoría, como la orientación para la resolución de dudas sobre la teoría y la práctica de un curso además de orientarlo y hacer un seguimiento de sus evaluaciones en las asignaturas para optimizar su rendimiento.

Aparte de esta definición hacen un resumen sobre la definición de tutoría de otros autores que a continuación reseñamos:

ÁLVAREZ PÉREZ (2002) sostiene que es un recurso y una estrategia para que los estudiantes afronten en forma satisfactoria su proceso formativo y afronten adecuadamente la toma de decisiones en los procesos de transición académica y la vida sociolaboral activa de manera autónoma y responsable.

ECHEVARRÍA, B (1993), dice que es la actividad del profesor tutor está encaminada a propiciar un proceso madurativo permanente, a través de la cual el estudiante consigue obtener y procesar información correcta sobre sí mismo y su entorno dentro de planteamientos intencionales de toma de decisiones razonadas.

GONZÁLES C. Y CABRERA, M. (2001), sostienen que la tutoría es la acción docente de orientación con componentes pedagógicos y psicológicos realizada por profesores tutores para participar en la formación integral del estudiante en su desarrollo como persona, estudiante y su proyección social y profesional.

FERRER, V. (1994), Señala que el concepto de tutoría es más amplio que el proceso de enseñanza aprendizaje, centrada en la docencia pero no separada de este.

ISUS, S. (1995), Destaca que la acción tutorial es la concreción de un proceso orientador integral y propio.

PLANAS, J. (2003) La tutoría es un proceso en el cual una persona con mas experiencia (el mentor) enseña, aconseja, guía y ayuda a otra (el tutelado) en su desarrollo personal y profesional, invirtiendo tiempo energía y conocimiento.”

Finalmente las autoras dan una definición más formal de la tutoría indicando:

“La tutoría académica es un proceso de carácter formativo, orientador e integral desarrollado por los docentes universitarios con la finalidad de orientar al alumno en su proceso formativo.

Se basa en el apoyo a los alumnos por parte de un tutor desde que se inicia en la Universidad hasta que finalizan su titulación, fundamentalmente en aquellos momentos de transición y toma de decisiones.”

#### E-TUTORÍA

Las mismas autoras definen que la E-tutoría es cuando se realiza a través de entornos virtuales. Se diferencia de la atención personalizada de cada materia por su carácter transversal a las diferentes materias.

Como se puede observar existe una gran cantidad de definiciones sobre el concepto de tutoría lo que nos induce a presentar una síntesis.

### SÍNTESIS DE LA DEFINICIÓN DE TUTORÍA

La tutoría es un proceso que se da entre el profesor tutor y el alumno tutoreado.

La finalidad que se persigue es lograr que el alumno se integre en el ámbito universitario, para mejorar su rendimiento y su desarrollo personal

Este es un proceso continuo que ayuda al alumno durante toda su carrera y que también trascienda una vez salido de la universidad hasta su incorporación en el ámbito laboral.

Este proceso tiene muchas dimensiones dentro de las cuales señalaremos: la dimensión intelectual cognitiva, la dimensión afectiva emotiva, la dimensión social y la dimensión profesional.

### LA TUTORÍA Y SU RELACIÓN CON LAS COMPETENCIAS

El concepto de competencia viene adquiriendo desde algunos años relevancia en el ambiente académico.

El tema de la tutoría universitaria adquiere mucha importancia bajo este nuevo concepto ya que se debe preparar al alumno bajo diferentes aspectos para que pueda responder a los desafíos que se le irán presentando primero como estudiante y después como profesional.

El modelo de competencia se adopta, primero en Europa a raíz de la integración de la enseñanza universitaria, dentro de los países que forman la comunidad europea y que posteriormente pasa a los países latinoamericanos.

Francisco Revuelta (2008) define el concepto de competencia como:

“El aprendizaje es un proceso que dura toda la vida (Life Long Learning; LLL) y que al estudiante hay que prepararlo para que pueda continuar aprendiendo por sí mismo.”

De acuerdo al Informe Delors, J. (1996) el concepto de competencias integra el:

Saber,  
Saber hacer,  
Saber estar, y  
Saber ser.

Siendo su definición formal:

“Competencia es el conjunto de capacidades y saberes técnico metodológicos sociales y participativos que el profesional pone en juego para afrontar las obligaciones y exigencias que le plantea el mundo laboral”

#### TIPOS DE COMPETENCIAS

De acuerdo a REVUELTA, F. (2008), existen cinco tipos de competencias: las básicas, las comunes, las específicas, las profesionales y transversales.

Dentro del aspecto de la tutoría el profesor tutor deberá tener las siguientes competencias:

- a) Cognitivas (Saber)  
Tiene un carácter técnico profesional relacionado con el ámbito profesional.
- b) Didáctico Metodológico (Saber Hacer)  
Tiene un carácter práctico, es decir, saber aplicar los conocimientos.



c) Participativas (Saber estar)

Tiene un carácter social, es decir, estar habituado al diálogo, entendimiento y comprensión.

d) Personales (Saber ser)

Tiene un carácter personalizado, es decir, actuar en concordancia con principios, ideas y convicciones.

Dentro de las competencias transversales, Revuelta, F. (2008) , señala que el profesor tutor deberá tener las siguientes competencias:

Competencias Transversales:

- Capacidad de trabajo en equipo y coordinación.
- Capacidad de establecer relaciones humanas (empatía, madurez, sociabilidad, responsabilidad).
- Habilidades comunicativas.
- Detección y resolución de problemas.
- Capacidad de seleccionar y aplicar estrategias de concertación.

Competencias Específicas:

- Entender los principios básicos de la orientación y tutoría.
- Conocer la realidad universitaria y su problemática específica.
- Conocer el plan de estudios.
- Identificar propuestas de mejora de los procesos de aprendizaje para optimizar el rendimiento del alumno.
- Identificar las alternativas que se ofrecen en relación con la formación continua.
- Identificar las estrategias de inserción laboral.

Asimismo señala el autor las tres dimensiones que debe tener la tutoría:

**Dimensión académica:**

- Guiar el proceso de aprendizaje de las materias universitarias, para lo cual debe:
- Conocer las opciones que hay en el aspecto académico.
- Enseñar habilidades de estudios eficaces.
- Fomentar habilidades de pensamiento crítico.
- Identificar los estilos de aprendizaje individuales.
- Promover habilidades en la toma de decisiones.

**Dimensión personal:**

- Fomentar el conocimiento y aceptación de si mismo.
- Desarrollar el sentido de responsabilidad personal.
- Promover habilidades interpersonales y de comunicación eficaces.
- Promover el trabajo en grupo, reconociendo las discrepancias que hubiere.
- Fomentar la comprensión y respeto de los demás.

**Dimensión profesional:**

- Conocer las características intereses y aptitudes, y habilidades propias.
- Fomentar el conocimiento y respeto por la diversidad del mundo laboral.
- Comprender las relaciones entre rendimiento escolar y elecciones del futuro.
- Desarrollar una capacidad positiva hacia el mundo del trabajo.
- Examinar la influencia de los cambios en el mundo del trabajo.

**MODELOS DE ACCIÓN TUTORIAL**

Existen cuatro modelos de acción tutorial que se indicarán a continuación:

**PRIMER MODELO DE TUTORÍA**

Este primer modelo es proporcionado por la Universidad de Barcelona (2000) y presenta siete sub-modelos que a continuación se reseñan:

➤ Modelo Tutorial Puro

Los tutores funcionan de manera independiente del servicio de orientación de la Universidad.

➤ Modelo tutorial Mixto

Los tutores se encuentran dentro del soporte de los servicios de orientación de la Universidad.

➤ Modelo de Servicios

Presenta dos alternativas, la primera constituida por servicios externos a la Universidad, es decir forman parte de una organización independiente y la segunda alternativa es que este servicio forma parte del sistema universitario.

- Modelo de acuerdo al contenido o la labor que se desempeña

Este modelo tiene varias opciones, siendo estas, la tutoría por asignatura, la **tutoría de prácticas y la tutoría de proyectos.**

- Modelo de acuerdo al momento

Está relacionada con las prácticas o exámenes a rendirse.

- Modelo de acuerdo al destinatario

Pueden ser de dos tipos la primera de tutoría individual y la segunda de tutoría grupal.

- Modelo de acuerdo a la figura del Tutor

También presenta dos alternativas: la primera es la del profesor tutor y la segunda la que se realiza por alumnos de ciclos avanzados (tutoría entre iguales).

## SEGUNDO MODELO DE TUTORÍA

Estos modelos son presentados por Francisco Revuelta (2008)

Dentro de este modelo existen tres sub-modelos:

Modelo basado en los perfiles

El tutor ejerce su función dependiendo del nivel en que se encuentre el alumno, es decir puede ser tutor de entrada o sea al inicio de los estudios universitarios,

Puede ser el tutor de ciclo, dependiendo del nivel donde se encuentra el tutoreado y finalmente el tutor de fin de carrera.

También podría darse el de tutor de aula o el tutor de tarea, este último caso es realizado por alumnos de ciclos avanzados.

- Modelo basado en formatos

En este modelo se toman las alternativas si va a ser a nivel presencial o a nivel virtual.

- Modelo basado en el momento

Dependiendo de donde se realice la Tutoría; si es en alguna oficina específica, en un aula o mediante correos electrónicos.

## TERCER MODELO DE TUTORÍA

Presentado por Arbizu, F. (2005), señala que existen tres modelos de tutoría, siendo los siguientes:

- Modelo de Tutoría Integral

Es un modelo global donde el alumno es atendido en las tres dimensiones: la académica, la profesional y la personal.

Este modelo es aplicable sólo a un número reducido de alumnos, fijándose un máximo de diez.

- Modelo de Tutoría entre iguales o Peer Tutoring

Son los alumnos de ciclos avanzados los que ofrecen ayuda a los alumnos ingresantes o de ciclos inferiores.

- Modelo de tutoría académica

Es la acción de intervención informativa destinada al requerimiento académico de los estudiantes y que se desarrolla en cada asignatura que se imparte.

En esencia es el clásico asesoramiento que se imparte a los alumnos en cada curso

## CUARTO MODELO DE TUTORÍA

De acuerdo a MONSERRAT, GISBERT E ISUS (2007), se puede implementar las acciones de tutoría haciendo uso de las tecnologías de información y comunicación (T.I.C.); es decir estamos hablando de una tutoría virtual más que presencial.

## TIPOS DE CONSULTA TUTORIALES

Haciendo una síntesis del material revisado se puede mencionar que existen diferentes temas que pueden ser motivo de consulta o solicitud de ayuda por parte del alumno.

### Preguntas de tipo Cognoscitivo

Es decir preguntas relativas a los cursos y sobre todo a los de falta de conocimiento; por falta de asistencia a la clase respectiva, o porque no entendieron la explicación en la clase.

### **Preguntas del tipo de Procedimientos**

Se refiere especialmente a las dudas que puedan tener los alumnos sobre los diferentes procedimientos a seguir dentro de la universidad; se trata sobre todo en lo referente a la justificación de faltas o la forma de poder dar una práctica o examen que no pudieron dar debido a una causa justificada.

### **Preguntas del tipo Emocional**

Se refiere a situaciones de causa somática o de tipo emocional que necesitan de consejos de personas de mayor experiencia y que no se atreven a realizar en sus respectivas casas.

### **Preguntas de Tiempo**

Relacionado sobre todo con la capacidad de aprendizaje, es decir el tiempo que se demora en aprender algo.

### **PLAN DE ACCIÓN TUTORIAL (P.A.T.)**

Como resultado del material revisado se ve la importancia de tener un Plan de Acción Tutorial.

Este es un tema en el que hay unanimidad en toda la bibliografía revisada, es decir todos están de acuerdo en la formulación del plan aunque hay diferentes matices que considera cada autor.

Existe prácticamente coincidencia en los puntos que se deben tratar, que de una manera sintética se resumen en los siguientes pasos:

#### **FIJAR LOS OBJETIVOS A LOGRAR**

Esto implica una etapa previa de analizar cuales son las necesidades de los alumnos a tutorear.

Estas necesidades deben desprenderse del nivel al cual se va a ejercer la tutoría y como es que se van a efectuar las acciones tutoriales respectivas.

También es importante fijar los recursos materiales con los que se han de contar.

#### **DISEÑAR LA ORGANIZACIÓN**

Implica fijar quien debe ser responsable de coordinar las actividades.

Es importante que esta coordinación este a cargo de una autoridad competente que tenga capacidad

de convocatoria y de asignación de funciones y de proporcionar los recursos necesarios.

También se debe fijar el ámbito del plan de acción, y cuales serán las líneas de actuación.

### **DE LA COORDINACIÓN**

El coordinador tendrá la función de dinamizar las acciones de los profesores a cargo de las tutorías y hacer el seguimiento respectivo para su valoración.

También tendrá a su cargo la coordinación para elaborar los programas de acción respectivo, proporcionar los recursos y controlar el cumplimiento del plan.

Además deberá coordinar las actividades de los profesores tutores con las otras instancias en la Universidad.

### **ÁMBITO DEL PLA**

Se tendrá que seleccionar a los profesores que actuaran como tutores y definir cual será la extensión de la acción tutorial es decir a que alumnos se deberá ejercer las acciones tutoriales.

Finalmente se deberá fijar el cronograma de trabajo y efectuar las evaluaciones respectivas de la marcha del proyecto tutorial.

### **DEFINIR LOS RATIOS Y LA MÉTRICA DE EVALUACIÓN**

Se refiere exclusivamente a la cantidad de alumnos que deben estar a cargo de cada tutor y cuales serán los valores a definir para lograr una tutoría eficaz y eficiente.

### **CONCLUSIONES**

Toda universidad debe implementar un sistema de tutoría que se adecue a su organización y necesidades.

Este sistema debe contar con una autoridad responsable que tenga la autoridad suficiente para asignar recursos, vigilar la aplicación del mismo y lograr el éxito del sistema implementado.

Esto implica elaborar un plan de acción tutorial (P.A.T.), que contenga todos los puntos señalados en el rubro respectivo.

Este sistema deberá ser evaluado continuamente en periodos de tiempo fijos, para tomar

las medidas correctivas necesarias en el caso de existir alguna distorsión.

El P.A.T. deberá revisarse anualmente con la finalidad de adecuarlo a las realidades existentes.

## REFERENCIAS

*Alma Mater Hispalense.*

“Sistemas de Tutoría Universitarias. Subproyecto Ciclo Generales de Conocimientos Básicos – CGCB. Programa de mejoramiento de la enseñanza de la Ingeniería PROMEI [STU]”. Pag. 2. Mendoza – Argentina.

Arbizu, Feli, Lobato, Clemente & Del Castillo, Laura. (2005). “Algunos modelos de abordaje de la tutoría universitaria [AMDATU]. Revista Psico-Didáctica. España. Vol. 10, N° 1, paginas 7-22

Cano González, Rufino. (2009) “Tutoría universitaria y aprendizaje por competencias. ¿Cómo lograrlo? [TUYAPC]”. Pag. 29. Valladolid – España.

Delors, Jacques (1996) “La Educación encierra un tesoro [LEEUT]”. París – Francia, pag. 9. Editorial: UNESCO.

Ferrer, V. (1994) *La Metodología Didáctica a l'ensenyament universitari*. Barcelona.

González, C. & Cabrera, M. (2001), *Competencias que debe poseer el docente universitario para la ejecución de sus funciones. Tesis de Maestría en Maestría en Educación*. UNIFÉ.

Isus, Sofía (1995) *Orientación Universitaria de la Enseñanza Secundaria a la Universidad Lleida*: Ed. Universidad de Lleida.

Montserrat, Sonsoles & Gisbert, Mercè & ISUS, Sofía. (2007) “E-tutoría: uso de las tecnologías de la información y comunicación para la tutoría académica universitaria [ETTIC]”. Revista Electrónica Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Universidad de Salamanca Pags. 28, 29 y 30. Salamanca – España.

Piscitelli, Alejandro (2010) *Compiladores. “El Proyecto Facebook y la Posuniversidad. Sistemas operativos sociales y entornos abiertos de aprendizaje [EPFYPSOS]”*. Pag. 14. Madrid – España. Fundación Telefónica.

Planas, Jordi (2003), *Sociología de la Educación, Sistemas de enseñanza y trabajo. “Educación y mercado de trabajo en la globalización”*. Prentice Hall. Madrid.

Revuelta, Francisco. (2008) “La Tutoría Universitaria [LTU]”. Pag. 37 y 38. Salamanca – España.

Universidad de Mendoza (2010)

Universidad de Sevilla.

Universidad Politécnica de Valencia. (2000) “El Plan de Acción tutorial Universitario (P.A.T.U.) en la U.P.V.[EPATU]”.

Universitat de Barcelona. (2000) “L'acció tutorial a la Universitat de Barcelona [LATUB]”. Pag. 19 y 20..

Villayandre, Amaya & Pérez cuervo, Juan Carlos. (2005) *universidad da Coruña España*

Villayandre, Amaya & Pérez Cuervo, Juan Carlos. (2000) *¿Qué es el tutor universitario? y nuevas tecnologías [QETUYNT]”*. V Congreso Galego-Portugués de Psicopedagogía actas (comunicacions e posters) n°4 (vol. 6), pags 125,126. Año 4°-2000 ISSN: 1138-1663

Wikipedia [http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Universidades\\_m%C3%A1s\\_antiguas](http://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Universidades_m%C3%A1s_antiguas)



# LOS NEGOCIOS ELECTRÓNICOS Y LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN

## *The electronical business and the information technologies*

Gladys Kuniyoshi Guevara\*

### **Resumen**

*Los Negocios Electrónicos es el conjunto de componentes como el Comercio Electrónico, Mercadotecnia Electrónica y Procuraduría Electrónica para realizar las transacciones comerciales complementados en las Tecnologías de Información y Comunicaciones.*

*Los países de Estados Unidos de Norteamérica, Alemania, Francia, Reino Unido y España en la Unión Europea se encuentran en los primeros lugares de desarrollo y aplicación de los Negocios Electrónicos a nivel mundial. En la República del Perú se encuentra en situación básica debido a factores limitantes como la facilidad de acceso, e infraestructura de comunicaciones siendo la fortaleza la experiencia de las cabinas públicas.*

*La trascendencia de los Negocios Electrónicos en el mundo y en la República del Perú debe orientarse a optimizar e integrar en armonía las transacciones comerciales, los recursos tecnológicos y las personas para evolucionar en Calidad de Vida y Bienestar Común.*

**Palabras Clave:** *Negocios electrónicos, tecnologías de información, comunicaciones, seguridad y confianza.*

### **ABSTRACT**

*The Electronical Business is the whole of components as Electronical Commerce, Electronical Marketing, and Electronical Procurement to deal commercial transactions complementary with Communications and Information Technologies.*

*Countries such as United States of America, Germany, France, United Kingdom, and Spain are top ranked in the development and application of Electronical Business around the world. In the Republic of Perú the situation is basic because of restriction factors such as access facility, and communications infrastructure being the strength the experience in public cabins.*

*The transcendence of Electronical Business around the world and in the Republic of Perú must pursue to optimize and integrate in harmony the commercial transaccions, technology resources and people to evolution in Life Quality and Common Welfare.*

**Key words:** *Electronical business, information technologies, communications, security and trust.*

# 1. LOS NEGOCIOS ELECTRÓNICOS Y LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN EN EL MUNDO

## Concepto

De acuerdo a la Comunidad de Emprendedores el concepto de Negocios Electrónicos es “la distribución, compra, venta, mercadotecnia y suministro de información complementaria para los productos y servicios mediante las redes informáticas como internet, intranet entre otras redes. Es la aplicación informática orientada a realizar transacciones comerciales”. Los negocios electrónicos, pueden definirse como la aplicación de Tecnologías de Información y Comunicación (T.I.C.) para brindar apoyo a todas las actividades de las organizaciones.

Se creó en 1995 en los Estados Unidos de Norteamérica en forma principal y en la Unión Europea.

Los Negocios Electrónicos son ahora integrales tanto a nivel de clientes, como de Estados, Organizaciones e Instituciones.

## Objetivo

Los Negocios Electrónicos presentan como objetivo principal optimizar las formas de realizar transacciones comerciales aplicando las Tecnologías de Información entre los Clientes, Estados, Organizaciones e Instituciones.

## Componentes de los Negocios Electrónicos

Los componentes de los Negocios Electrónicos son los siguientes:

- El Comercio Electrónico.
- La Mercadotecnia Electrónica.
- La Procuraduría Electrónica

Figura N° 1. Modelo de Negocios Electrónicos



Fuente: Elaboración Propia

## El Comercio Electrónico

Es el sistema de venta abierto y universal el cual permite consultar, comprar y pagar mediante el medio electrónico en forma personal y segura.

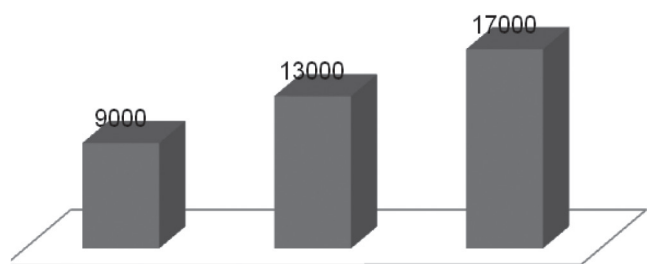
Las formas de Comercio Electrónico más conocidas son las siguientes:

- B2C: “Business to Consumer” (Negocio a Cliente).
- B2B “Business to Business” (Negocio a Negocio).
- C2B “Consumer to Business” (Cliente a Negocio).
- C2C “Consumer to Consumer” (Cliente a Cliente).
- B2G “Business to Government” (Negocio a Gobierno).

La forma más aplicada es “B2C” representado por los Estados Unidos de Norteamérica como principal exponente a nivel mundial.

Figura N° 2: Cantidad de transacciones en la forma “B2C” a nivel mundial

## Cantidad de transacciones en la forma "B2C" de 2013 a 2020

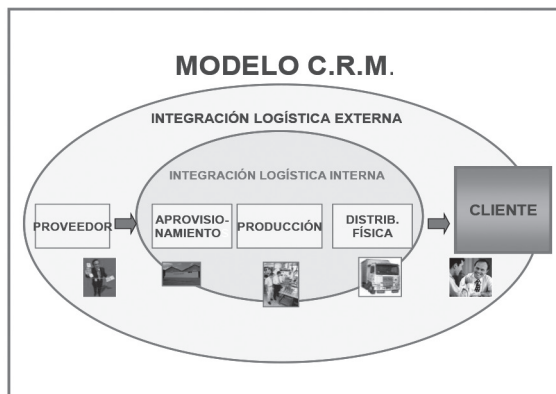


Fuente: Elaboración Propia

### 1.3.1 La Mercadotecnia Electrónica

Es el sistema de técnicas relacionadas hacia el buen servicio al cliente final mediante medios electrónicos. Por ejemplo el modelo e-C.R.M. orientado a la Relación de la Gestión con los Clientes aplicando los medios electrónicos.

**Figura N° 3: El Modelo de la Gestión de la Relación con los Clientes**

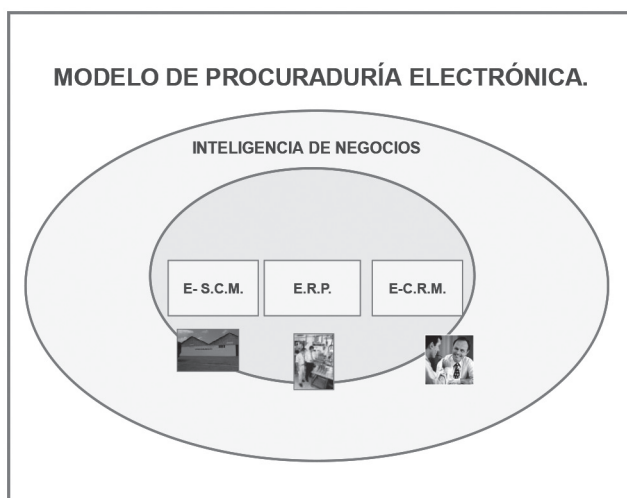


Fuente: Elaboración Propia

### La Procuraduría Electrónica

Es el sistema de técnicas relacionadas a la documentación eficiente mediante medios electrónicos. Por ejemplo el Sistema de Gestión de Conocimientos como la Inteligencia de Negocios la cual comprende el modelo e-S.C.M., orientado a la Gestión de la Cadena de Abastecimientos, el modelo e-C.R.M. orientado a la Relación de la Gestión con los Clientes, y Sistemas E.R.P. como Sistemas Integrados de Planeamiento de Recursos Organizacionales.

**Figura N° 4: El Modelo de Procuraduría Electrónica**



Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N° 1: Indicadores de Desarrollo de los Negocios Electrónicos**

País	Indicador
Estados Unidos de N.A.	0.90
Alemania	0.81
Francia	0.77
Reino Unido	0.69
España	0.65

Fuente: Encuesta de las Naciones Unidas acerca de los Negocios Electrónicos 2012.

## LOS NEGOCIOS ELECTRÓNICOS EN LA REPÚBLICA DEL PERÚ

### Importancia

En la República del Perú se ha establecido desde 1995 los Negocios Electrónicos y el panorama central es su principal componente el Comercio Electrónico para realizar las transacciones comerciales entre Clientes.

El Comercio Electrónico se encuentra en nivel básico, y las principales limitantes son la facilidad de acceso, infraestructura de los proveedores de servicios los cuales son solamente dos: Movistar y la Red Científica. En nuestro país la República del Perú la fortaleza es la experiencia de las cabinas públicas.

**Tabla N° 2: Indicadores de acceso a Internet en la República del Perú**

Año	Indicador de acceso a Internet
1995	0.30
1999	0.39
2001	0.43
2005	0.51
2013	0.57

Fuente: Desarrollo del acceso a internet en la República del Perú 2012



**Objetivos y la Agenda Digital Peruana 2.0**

En la República del Perú se promueve la aplicación de los Negocios Electrónicos motivando el cumplimiento de las transacciones comerciales con facilidad de acceso de acuerdo a los fines de la Agenda Digital Peruana 2.0 en donde los objetivos se encuentran orientados en permitir a la Sociedad Peruana a acceder a la Sociedad de la Información, reduciendo la complejidad de la brecha digital en los ciudadanos por razones geográficas y culturales.

Los objetivos principales de la Agenda Digital Peruana 2.0 son los siguientes:

- Asegurar el acceso inclusivo y participativo de la población de áreas urbanas y rurales a la Sociedad de la Información y del Conocimiento.
- Garantizar mejores oportunidades de uso y apropiación de las T.I.C. los cuales aseguren la inclusión social, el acceso a servicios sociales que permita el ejercicio pleno de la ciudadanía y el desarrollo humano en pleno cumplimiento de las metas del milenio.
- Integrar, expandir y asegurar el desarrollo de competencias para el acceso y participación de la población en la Sociedad de la Información y del Conocimiento .

**Figura N° 5: Los Componentes de una Tienda Virtual**



Fuente: Elaboración Propia

**La Importancia de las Tecnologías de Información Trascendencia**

Debe implementarse el Programa Nacional sobre la e-confianza el cual garantice que los servicios en línea cumplan con las buenas prácticas de los negocios por internet.

La confianza y credibilidad en la internet deben protegerse.

El segundo tema en debate es la Legalidad de las transacciones y contratos “sin papel”; por tal motivo, son necesarios los acuerdos internacionales que armonicen las legislaciones sobre Comercio

Electrónico (cobro de impuestos, protección de los derechos de la propiedad intelectual, entre otros).

**CONCLUSIONES**

Promover la Cultura de la Confianza en la Comunidad.

Establecer el Marco Legal para preservar la protección y la seguridad en las transacciones virtuales.

Las Tecnologías de los Negocios Electrónicos en el mundo y en la República del Perú deben evolucionar de acuerdo al avance tecnológico del Mundo y de la Región Latinoamericana, y de acuerdo a la Economía Digital mundial.

## REFERENCIAS

**Libros:** ANDAM, Zorayda (2012) “Comercio y los Negocios Electrónicos” Editorial del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo de Asia Pacífico.

**b) Sitios de Internet consultados:**

- Comunidad de Emprendedores (2012). <http://negociosyemprendimiento.com/definicion-de-e-business-o-negocios-electronicos/>
- El Comercio Electrónico. (2012). <http://www.elcomercioelectronico.htm>
- Un Negocio (2010).
- <http://www.un-negocio.com/negocios-online/negocios-electronicos.html>
- Colegio de Ingenieros del Perú (2010). Canal RTVCIPLIMA. <http://www.rtvciplima.com/2010/07/16/la-aplicacion-de-la-tecnologia-debe-preservar-el-ecosistema-y-la-armonia-con-las-personas-para-optimizar-los-recursos/>
- (Entrevista a la Dra. Ing. Gladys Kuniyoshi en el Programa del Colegio de Ingenieros “Chuya Chuya” Ingenieros del día 16 de julio del año 2010).



## PROPUESTA PARA EVALUAR A ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA ESPECIALIDAD DE EDUCACIÓN PRIMARIA: ÁREA DE MATEMÁTICA

*Offer to evaluate university students of the speciality of Primary Education:  
area of Mathematics*

*Eulalia Arminda Calvo Bustamante\**

### **Resumen**

*Dada la situación problemática del bajo rendimiento académico en el área de Matemática en los estudiantes del nivel primaria del país, se hace necesario elaborar pruebas de evaluación que midan las competencias matemáticas de los estudiantes universitarios que siguen la carrera de Docentes en Educación Primaria. Este estudio hace la propuesta de una Prueba de Matemática la que consta de 37 ítems; los cuales fueron elaborados por la investigadora según el programa vigente para Tercer Nivel de Educación Primaria (6° Grado), basado en el Libro de Matemática de Sexto Grado de Primaria, Ediciones Santillana (2003)*

*Esta Prueba de Matemática evalúa cuatro Áreas: Habilidades Conceptuales, Habilidades Traductoras, Habilidades Operatorias y Habilidades Heurísticas y Metacognitivas, que serán consideradas como los indicadores de estudio los mismos que serán evaluados según el peso asignado y el número de ítems por cada área en un sistema centesimal, para luego ser convertido al sistema Vigesimal. Igualmente se trabajó la validez y confiabilidad de la misma a través del Criterio de Jueces (Coeficiente de Aiken) y el Coeficiente de Conbrach respectivamente.*

**Palabras Clave:** *Rendimiento en matemática, competencias matemáticas, Habilidades Conceptuales, Traductoras, Operatorias, Heurísticas y Metacognitivas.*

### **Abstract**

*Given the problematic situation of the low academic performance in the area of Mathematics in the students of the level primary of the country, it becomes necessary to elaborate tests of evaluation that measure the mathematical competitions of the university students who follow the career of Primary Education. This study does the offer of a Test of Mathematics the one that consists of 37 articles; which were elaborated by the investigator according to the in force program for The Third Level of Primary Education (6 ° Degree), based on the Book of Mathematics of Sixth Degree of Primary, Editions Santillana (2003) This Test of Mathematics evaluates four Areas: Conceptual Skills, Skills Translators, Operative Skills and Heuristic Skills and Metacognitivas, which will be considered.*

**Key words:** *Performance in mathematics, mathematical competitions, Conceptual Skills, Translators, Operative, Heuristic and Metacognitivas*

## INTRODUCCIÓN

La problemática educativa del país referida al bajo rendimiento en matemática en todos los niveles educativos, muy en especial en el nivel primaria, constituye la perspectiva que ha motivado el presente artículo.

Para lograr una percepción real del problema se ha recurrido a las evaluaciones que ha realizado el Ministerio de Educación (1996-1998) conjuntamente con organismos internacionales como el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE, 1997) auspiciado por la UNESCO, así como la evaluación realizada por el INEI (2001), todas ellas revelan la deficiencia académica en matemática y lenguaje, en nuestro sistema educativo.

Investigaciones realizadas han demostrado que la existencia de este fenómeno puede ser atribuido a muchos factores, sin embargo en este estudio se considera a la figura del Profesor como uno de mayor incidencia. En este sentido se ha centrado el análisis en su formación académica en el área de matemática recibida en los centros de educación superior llámese Universidades o Institutos Superiores Pedagógicos

Esta investigación propone la aplicación de una Prueba de Competencias Matemáticas con la finalidad de detectar las habilidades y destrezas matemáticas que debe manejar todo docente de nivel primaria, es decir permitirá saber si el estudiante para profesor de primaria es competente en el área de matemática; si está capacitado para ser guía en la formación de estas competencias en los alumnos que estarán en a su cargo en el ejercicio profesional futuro.

### Competencias Matemáticas

Las competencias son combinación de conocimientos, capacidades y actitudes que se pueden utilizar e implementar directamente en un contexto de las competencias profesionales. Siendo las nociones de combinación y de contexto esenciales. (Gonzalez, 1994)

Una competencia no se reduce a un conocimiento, una técnica o un comportamiento de manera aislada, sino que es una realidad compleja en la que se armonizan convenientemente los tres elementos (Conocimientos, capacidades y actitudes).

Alarcón, G. y Montenegro, J. (2000), señalan que las competencias Pedagógicas, son “propiedades del

docente que emergen frente al desarrollo del conjunto de tareas mediante las cuales interactúan con sus estudiantes para que ellos aprendan y se formen como ellos igualmente competentes”. Estas competencias implican habilidades comunicativas, habilidades etodológicas, conocimientos básicos y dominio del campo específico de su trabajo.

Pinto L. (2002), sostiene que las competencias son lo más importante de la concepción curricular y las define como “la capacidad para actuar con eficiencia y satisfacción sobre algún aspecto de la realidad personal, social natural o simbólica”. Cada competencia viene a ser un aprendizaje que integra habilidades, aptitudes y conocimientos básicos.

Las competencias se desarrollan a través de experiencias de aprendizaje en cuyo campo de conocimiento se integran tres tipos de saberes: Conceptual (SABER) Procedimental (SABER HACER) y actitudinal (SER). Son aprendizajes que involucran el proceso de la Metacognición.

Según las nuevas tendencias la competencia es entendida como un SABER HACER es decir, como un conjunto de capacidades complejas, que permiten a las personas actuar con eficiencia en los distintos ámbitos de su vida cotidiana y resolver situaciones problemáticas reales. La competencia comprende tres formas de conocimiento y una dimensión afectiva.

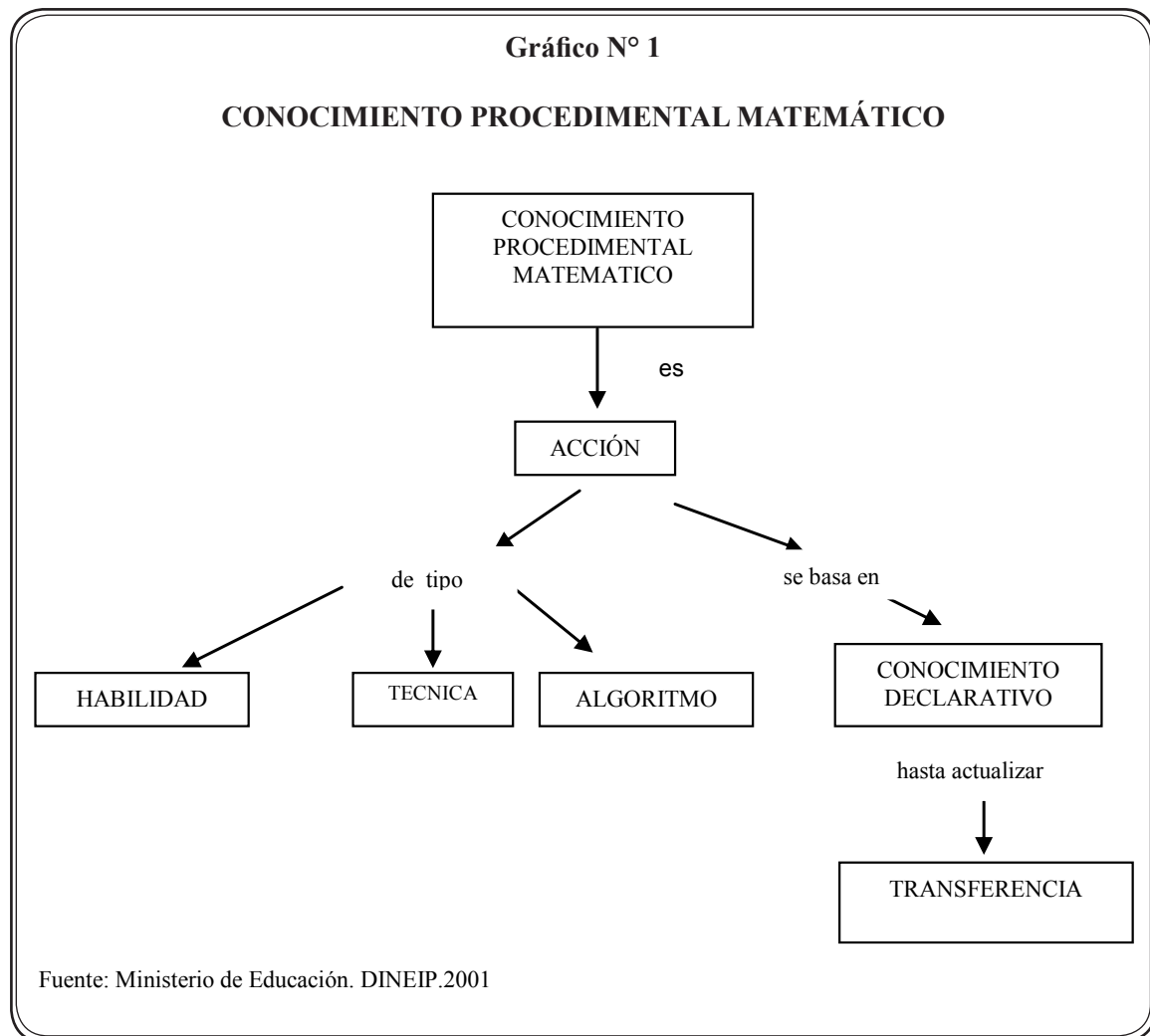
En las formas de conocimiento se tiene:

Conocimiento Proposicional o Conceptual; que consiste en el conocimiento declarativo o SABER QUÉ; se manifiesta a través de la comprensión, elaboración, organización y recuperación de proposiciones. El conocimiento proposicional es de carácter verbal.

Conocimiento Categorial; es un saber operativo que se aplica al mundo para conocerlo y orientarse en él. Este SABER no se mantiene en el nivel verbal. Está constituido al inicio, por el manejo de rúbricas léxicos para el reconocimiento e identificación de categorías y rasgos pertinentes, la discriminación entre categorías, la identificación de las partes o componentes de un todo organizado en la realidad; y la conceptualización (formas de conceptos) como el nivel superior de categorización.

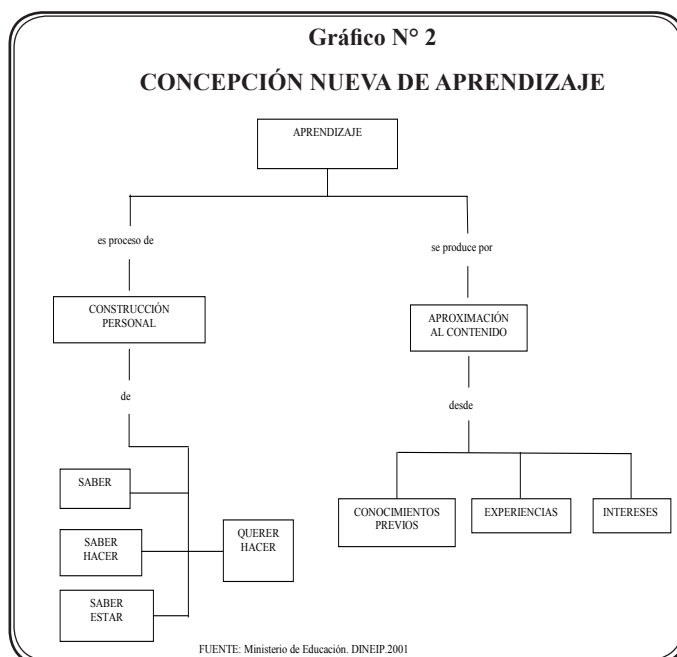
Conocimiento Procedimental; es un saber conformado por habilidades técnicas y algoritmos (Conocimiento Matemático). Tiene como base el conocimiento declarativo de la acción (describir la acción), el reconocimiento de las pautas que identifican las condiciones de su aplicación (rasgos de contexto), la acción automatizada (rutina) y alcanza su mayor nivel cuando se aplica el procedimiento a condiciones diferentes a las que se dieron durante el aprendizaje (transferencia).

Por lo expuesto se concluye que el conocimiento categorial y el procedimental constituyen el conocimiento operativo que es el que corresponde a la Matemática.

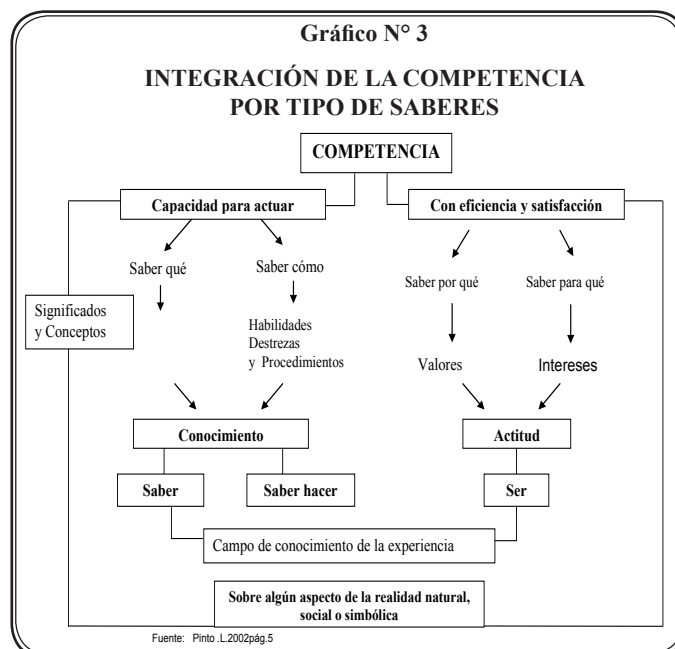


Dimensión Afectiva; está definida por los sentimientos y las motivaciones del sujeto respecto a la competencia. Se manifiesta a través de valores, actitudes, normas e intereses, el cumplimiento de reglas, etc.

En la opción curricular, las competencias definen el sentido del aprendizaje, ninguno de estos aprendizajes pueden ser planteados en forma aislada, como un fin en sí mismo, sino en función de enriquecer de manera directa un saber hacer, entendida como la habilidad para actuar de manera eficaz y eficiente sobre los problemas y desafíos de la vida diaria. Es importante tomar en cuenta las capacidades y talentos de los estudiantes. Igualmente se podría considerar la nueva concepción de aprendizaje entendida como un proceso de construcción de conocimientos. Estos elaborados por los propios estudiantes en interacción con la realidad social y natural sólo o con ayuda tanto de educadores o material educativo, haciendo uso de sus experiencias y conocimientos previos como se puede apreciar en el siguiente gráfico.



Del mismo modo es importante señalar lo se entiende por enseñanza en la nueva tendencia, ésta ya no es una simple actividad de explicación y transmisión de conocimientos, sino viene a ser una actividad generadora de un proceso interactivo, donde los estudiantes construyen sus aprendizajes en relación activa con su contexto, sus compañeros, sus materiales de trabajo y con el profesor. Al trabajar por competencias se parte de la capacidad actual de los estudiantes pero se busca la expansión de la misma. Tomando como base este principio se espera que el rol del profesor sea el de orientador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así se desea mostrar a través del siguiente esquema la competencia desagregada en sus componentes en relación con una experiencia de aprendizaje:



Según Guerrero L. citado por Pinto L. (2002), Considera para definir competencia varios sinónimos importantes como idoneidad, aptitud, suficiencia, capacidad, habilidad, pericia, facultad, talento, destreza, disposición, arte y maña. En el lenguaje común decimos que una persona es competente cual fuere su trabajo cuando se desempeña eficientemente en su campo. Es decir, porque hace bien lo que hace.

Desde la Psicología, la Neuropsiquiatría y la Biología, la inteligencia ha sido definida como capacidad de resolver problemas (Gardner), como acción transformadora sobre el medio (Piaget) o como consensualidad (Maturana). Es decir como capacidad para interactuar con el entorno de manera armónica y eficiente.

Ordoñez citado por Guerreo (2002, p11) sostiene que según la Tecnología Educativa los currículos orientados al desarrollo de competencias emergen para hacer de la educación un servicio más pertinente a las demandas sociales (“Saber” que versus “saber cómo”) y esto como se puede apreciar les correspondería como tarea a los maestros, para lo cual requieren recibir una preparación adecuada para que sean capaces de ofrecer a los estudiantes cuando les toque ejercer, aprendizajes útiles histórica y socialmente significativos, que los habiliten para operar con eficacia en el contexto específico de las dificultades y los retos propios de la época y del país. Es en este marco que define a las competencias como la capacidad de acción e interacción sobre el medio natural, físico y social. Una capacidad de acción e interacción eficaz y eficiente:

- En el enfrentamiento y la solución de problemas
- En la realización de las propias metas.
- En la creación de productos pertinentes a necesidades sociales.
- En la generación de consensos.

### **Definición conceptual del Conocimiento Matemático**

**Shulman (citado por Brown y Borko, 1992)** señala que el conocimiento matemático que debe tener un profesor de Matemática en el nivel primario, comprende dos grandes categorías íntimamente vinculadas: (a) el conocimiento de la disciplina en sí, el cual, a su vez, abarca tanto el conocimiento sustantivo como el conocimiento sintáctico; y (b) el conocimiento didáctico asociado con el conocimiento de la disciplina en sí.

El conocimiento de la disciplina en sí, constituye una categoría que implica el dominio que el docente debe tener de los elementos fundamentales de la asignatura propia de su campo de especialización. Tales elementos se agrupan en dos áreas específicas: la sustantiva y la sintáctica; de este modo se genera el conocimiento sustantivo, es decir, el conocimiento de hechos, conceptos, algoritmos de

cálculo y principios claves y de los marcos de referencia explicativos de la disciplina; y el conocimiento sintáctico, esto es, las reglas de demostración y de prueba admitidas dentro de la disciplina.

El conocimiento del contenido incluye entre otros elementos: (a) conocimiento acerca del surgimiento y evolución histórica de las nociones, conceptos y procedimientos matemáticos; (b) información acerca de los obstáculos que impiden a los estudiantes la adquisición de los saberes matemáticos; y (c) formas de ayudar a los estudiantes para que ellos comprendan, asimilen, construyan por sí mismos los conocimientos propios de la matemática escolar.

La otra categoría que compone la dimensión cognitiva es el conocimiento pedagógico asociado con la disciplina en sí. Este conocimiento didáctico del contenido tiene que ver con el dominio de la asignatura, pero desde el punto de vista pedagógico. Esto requiere que el estudiante para profesor tenga la información suficiente tanto de contenidos como de la metodología o las estrategias para lograr una mejor enseñanza, es decir logre ser competente.

Como se puede apreciar para el logro de profesionales competentes se debe tener presente el desarrollar las competencias desde el SABER en toda su dimensión donde se consideraría los contenidos matemáticos y el SABER HACER estaría relacionado con técnicas, habilidades, actitudes (SENTIR) en un todo dentro de la concepción del conocimiento procedimental y categorial antes mencionada desde el punto de vista de las competencias matemáticas. La competencia matemática como se sabe viene a ser la capacidad de los estudiantes para analizar, razonar y comunicar eficazmente sus ideas al tiempo que se plantean, formulan, resuelven e interpretan problemas matemáticos en una variedad de contextos. En el mundo real las personas se enfrentan con situaciones en las cuales la aplicación de técnicas de razonamiento cuantitativo espacial, así como de otras herramientas matemáticas, puede contribuir a clarificar, formular o resolver un problema basándose en las experiencias matemáticas.

### **Currículo por Competencias**

El currículo por competencias es más explícito en sus requerimientos, busca enriquecer un “Saber Hacer”,



no propone aprendizajes fragmentarios, actitudes, destrezas y conocimientos aislados que se suman sin articularse entre sí. Todo lo contrario, propone lograr habilidades globales, que integran de un modo peculiar destrezas, actitudes y conocimientos, pero sin reducirse a éstas.

Por tanto llegar a “Saber Hacer” implica desarrollar y usar un conjunto de destrezas mentales y operativas en función de obtener un resultado. Que interpreten información para emplearla y que adopten determinadas actitudes en función de resolver una situación. Esto implica además que reflexionen su proceso y se apropien conscientemente de las capacidades desplegadas, en tanto comprueben que le sirven para mejorar su capacidad de interacción con el medio.

Las competencias matemáticas pueden quedar demostradas por evaluación de habilidades matemáticas así como de su manifestación actitudinal, comprendiendo aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

**Los Contenidos Matemáticos Conceptuales**, constituyen el **SABER**; es decir manejar adecuadamente teorías y conceptos, comprende, elabora y organiza los conceptos y teorías. Puede recuperar y generalizar conceptos.

**Los contenidos procedimentales**, es el **HACER**, es decir son los procesos internos y externos. Comprende y domina la acción, flexibiliza la acción y aplica a nuevos contextos.

**Los contenidos actitudinales**, es el **SENTIR**, es decir es la valoración y predisposición, normas e intereses. Estos contenidos no podrán ser evaluados en el presente estudio dentro de la misma prueba de las competencias matemáticas, porque se refiere a evaluar el nivel de estima frente a lo que aprende, relación con los demás al aprender, nivel de interés frente al contenido de aprendizaje, como se puede apreciar son comportamientos que pueden ser evaluados por el profesor del curso, que permanece mayor tiempo en contacto con los estudiantes más no por la investigadora que sólo aplicará la prueba por una hora, lo que impide

tener una visión clara del comportamiento de cada estudiante. Por lo que se prefirió aplicar una prueba diferente para medir su apreciación hacia la matemática según su opinión.

Los contenidos conceptuales en matemática se manifiestan a través de las habilidades y destrezas matemáticas.

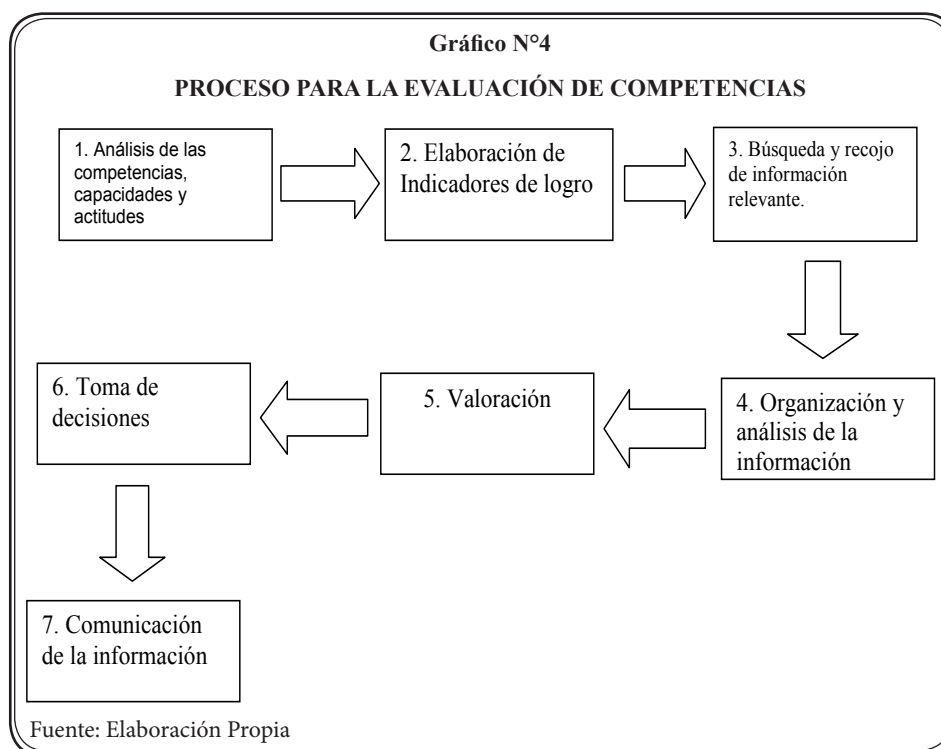
Las habilidades y destrezas matemáticas por el tipo de función que realizan se clasifican en:

- **Habilidades Conceptuales:** aquellas que operan directamente con los conceptos( definir, demostrar, identificar y comparar)
- **Habilidades traductoras:** aquellas que permiten pasar de un dominio a otro del conocimiento ( interpretar, modelar, recodificar)
- **Habilidades Operativas:** aquellas que funcionan generalmente como auxiliares de otras más complejas y que están relacionadas con la ejecución en el plano material o verbal( graficar, algoritmizar, aproximar, optimizar y calcular)
- **Habilidades Heurísticas y Metacognitivas:** son aquellas que emplean recursos heurísticos y metacognitivos y están presentes en un pensamiento reflexivo, estructurado y creativo ( resolver)
- Todo ello constituirá los criterios de la prueba de evaluación de las competencias matemáticas.

### Evaluación por Competencias

La evaluación por competencias es un proceso de análisis, reflexión e investigación de la práctica pedagógica que permite al docente construir estrategias para mejorar el proceso de aprendizaje y a los estudiantes reflexionar sobre ellos.

Pasos para llevar a cabo el proceso de evaluación de las competencias:



- a. Análisis de las competencias, capacidades y actitudes, esto se realiza para determinar lo que deben aprender los estudiantes, previstos en el sílabo.
- b. Elaboración de indicadores de logro, se elaboran a partir del análisis de capacidades y actitudes previamente seleccionadas Búsqueda y recojo de información relevante, la que proporciona información sobre las necesidades o dificultades, desarrollo y logros de aprendizaje. Demostrada en la observación o por la aplicación de instrumentos de evaluación como es el caso del presente estudio.
- c. Organización y análisis de la información, realizada por el docente que evalúa y lo contrasta con los criterios e indicadores de logro establecidos previamente, para obtener la mejor información en relación a las competencias y actitudes evaluadas.
- d. Valoración, esto es de acuerdo a los fijados en el instrumento de evaluación, previamente establecido según una escala utilizada. En el presente trabajo se transformó los puntajes brutos obtenidos a una escala vigesimal.
- e. Toma de decisiones, siendo indispensable en cualquier evaluación que el docente intervenga para mejorar, profundizar aprendizajes y subsanar algunas deficiencias del proceso de enseñanza, sin embargo en el caso del presente estudio se trata de una evaluación final donde no se puede intervenir sino más bien sugerir.
- f. Comunicación de la información recogida, esta debe ser conocida por los estudiantes para que evalúen si tienen deficiencias y puedan corregir.

**Contenidos Matemáticos considerados en la Prueba de Evaluación Matemática, según el Programa Oficial de 6° grado de Primaria o III ciclo del Nivel Primaria en el Perú.**

Sistemas de numeración - Suma – Resta - Propiedades - Multiplicación y división - Propiedades, Ángulos, clases - propiedades - Simetría - Fracciones - Operaciones con Fracciones, Traslaciones-Números decimales. Operaciones - Proporcionalidad, Medidas - Polígonos. Circunferencia y Círculo, áreas- Probabilidad nociones elementales- Cuerpos Geométricos, áreas y volúmenes.

**CUADRO N° 1**  
**PROPUESTA PARA EL PERFIL DEL MAESTRO DE PRIMARIA**  
**EN RELACIÓN A LAS COMPETENCIAS MATEMATICAS**

Funciones Saberes	FACILITADOR	INVESTIGADOR	PROMOTOR
<p><b>SABER PENSAR (Nivel de conocimientos conceptuales)</b></p>	<p>Domina conceptos y teorías actualizadas amplios y profundos sobre matemáticas</p> <p>Posee conocimiento y comprensión de los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje.</p> <p>Tiene sólida y actualizada formación en las ramas fundamentales de la matemática para el nivel de primaria</p> <p>Ser capaz de : Enseñar el uso correcto del lenguaje matemático y de las herramientas auxiliares.</p>	<p>Posee alto grado de búsqueda del perfeccionamiento continuo en el afán de lograr la excelencia.</p> <p>Tiene conocimientos fundamentados sobre otras disciplinas que atañen su quehacer diario.</p> <p>Como Estadística, ciencias Naturales, Filosofía , Psicología e Historia y Geografía y otros conocimientos</p>	<p>Posee conocimientos suficientes y actualizados sobre los diversos aspectos sociales y culturales que acontecen en el país.</p> <p>Maneja la tecnología adecuada para el logro de información.</p>
<p><b>(Nivel de contenidos procedimientos)</b></p>	<p>Diseñar y aplicar con habilidad estrategias docentes generales y especiales para el desarrollo de la enseñanza y orientación del aprendizaje en su ámbito de desempeño.</p> <p>Comprender la evolución personal del educando con quién tendrá que interactuar.</p>	<p>que ayuden a su quehacer profesional</p> <p>Recoge y analiza los aportes de la educación tradicional</p>	

Continua en la siguiente página

Funciones Saberes	FACILITADOR	INVESTIGADOR	PROMOTOR
<b>(Nivel de contenidos Actitudinales)</b>	<p>Aplicar con habilidad técnicas de planteamiento ,conducción y evaluación del proceso de enseñanza –aprendizaje.</p> <p>Participar activamente en equipos de investigación en el área de enseñanza matemática.</p> <p>Poseerá:</p> <p>disposición permanente a la capacitación , perfeccionamiento y actualización profesional.</p> <p>Actitud de apertura hacia el avance científico y el trabajo interdisciplinario.</p>	<p>Demuestra permanentemente actitudes positivas, motivadoras y de esperanza en los mejores logros de sus alumnos</p>	<p>Promueve el avance del conocimiento matemático en sus alumnos de manera positiva y firme.</p>
<b>(A Nivel de los alcances Profesionales)</b>	<p>Actitud de investigación, orientada hacia la problemática del conocimiento y comprensión de la matemática.</p> <p>Estará habilitado para –ejercer la docencia con eficiencia y eficacia ,según las competencias pedagógicas y profesionales</p> <p>-Participar en la organización y conducción de actividades de perfeccionamiento y actualización referidas a la enseñanza de la matemática.</p>	<p>Demuestra ser lo suficientemente capaz para lograr los cambios que se programa tanto para sí mismo como para sus estudiantes.</p>	<p>Promotor de la capacitación y calificación profesional permanente.</p>

Continúa en la siguiente página

Funciones Saberes	FACILITADOR	INVESTIGADOR	PROMOTOR
<b>SABER HACER</b>	<p>Diversifica el currículo en función de las necesidades y posibilidades de los alumnos.</p> <p>Planifica, organiza, ejecuta y evalúa situaciones de aprendizaje significativas, a partir de las características etnolingüísticas, experiencias y potencialidades de los niños Utiliza estrategias de investigación , propuesta y resolución de problemas tanto en situaciones no escolares como escolares.</p>	<p>Busca las estrategias adecuadas para diseñar actividades matemáticas interdisciplinarias con otras disciplinas y hace participar a sus alumnos y colegas.</p> <p>Busca tener las respuestas pertinentes para cada situación de duda o inquietud de los alumnos</p>	<p>Promueve la participación de la escuela y de la comunidad escolar en el diseño y ejecución de diversos proyectos de desarrollo integral de la comunidad.</p>
<b>SABER HACER</b>	<p>Usa y hace usar a los alumnos los números y sus significados, es capaz de medir y usar relaciones métricas, es capaz de representar y usar formas y relaciones geométricas del plano y del espacio, es capaz de analizar datos y situaciones aleatorias en situaciones diversas, tanto en sistemas no escolares como escolares.</p> <p>Sabe utilizar programas informáticos generales y matemáticos y las tecnologías de información para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.</p>	<p>Indaga las mejores formas de cuestionar a los alumnos sobre tópicos matemáticos aplicados a la problemática real.</p> <p>Busca estar capacitado permanentemente en el avance de la tecnología y sus aplicaciones matemáticas en la educación Maneja técnicas y procedimientos para lograr información actualizada o relevante en su área.</p>	<p>Promotor de la capacitación y calificación profesional permanente.</p>

Continúa en la siguiente página

Funciones Saberes	FACILITADOR	INVESTIGADOR	PROMOTOR
<b>SABER HACER</b>	<p>Sabe diseñar actividades interdisciplinarias con otras áreas curriculares.</p> <p>Promueve el auto y el inter-aprendizaje al aplicar metodologías activas, de preferencia constructivistas, que favorezcan la iniciativa personal y grupal, así como la auto y la inter-evaluación permanente.</p>	<p>Indaga sobre los diversos programas de juegos matemáticos y les presenta retos a sus pupilos motivando a la investigación con objetivos precisos y simples.</p> <p>Plantea algunos proyectos de investigación sencilla pero significativa con sus alumnos.</p> <p>Genera actividades que inciten a los estudiantes a recopilar, organizar información, resolver y construir argumentaciones lógicas de acuerdo a su desarrollo.</p> <p>Estimula a sus alumnos para que procuren alcanzar un conocimiento y una comprensión de la matemática superior desde los niveles iniciales.</p>	<p>Trata de aplicar resultados de investigaciones a la solución de problemas de la comunidad que sean pertinentes. Propicia situaciones para que sus alumnos tengan oportunidad de comunicar ideas matemáticas.</p> <p>Vincula la matemática con otras ciencias como la artística de modo que se desarrolle en los alumnos una sensibilidad que le ayude a apreciar y disfrutar de la belleza de la matemática.</p> <p>Estimula a los alumnos en el uso natural y rutinario de la tecnología en los procesos de enseñar, aprender y hacer matemática.</p>

Continúa en la siguiente página

Funciones Saberes	FACILITADOR	INVESTIGADOR	PROMOTOR
<p><b>SABER CONVIVIR</b> (A nivel de Actitudes)</p>	<p>Poseerá: Disposición permanente a la capacitación, perfeccionamiento y actualización profesional.</p> <p>Actitud de apertura hacia el avance científico y el trabajo multidisciplinario.</p> <p>Actitud de investigación, orientada hacia la problemática del conocimiento y comprensión de la matemática.</p> <p>Brinda afecto, seguridad y confianza.</p> <p>Practica la tolerancia y la búsqueda de consensos.</p> <p>Promueve relaciones humanas positivas.</p> <p>Estimula el desarrollo de la matemática según las capacidades de sus alumnos hasta de manera lúdica.</p>	<p>Respete el pensamiento divergente y valora la interculturalidad de sus alumnos.</p> <p>Analiza y enseña a interpretar las situaciones de la realidad.</p> <p>Procura que sean los alumnos quien planteen algunas alternativas de solución, incitando al respeto de opinión.</p> <p>Promueve en sus alumnos el intercambio de conocimientos.</p>	<p>Practica y fomenta la responsabilidad en sus alumnos.</p> <p>Practica y fomenta la honestidad en sus alumnos en tareas sencillas de la vida diaria.</p> <p>Apoya y promueve la solidaridad con los problemas de sus alumnos</p>
<p><b>SABER SER</b></p>	<p>Fortalece su identidad personal.</p> <p>Es coherente con principios éticos y espirituales.</p> <p>Tiene grandes expectativas en el desarrollo del interés matemático de sus alumnos.</p> <p>Es un experto en los procesos de Enseñanza-Aprendizaje</p> <p>Es responsable, con alto grado de autoestima y eficiente autocontrol.</p> <p>Es creativo, solidario por excelencia.</p> <p>Tiene una sólida formación en valores.</p>	<p>Desarrolla el interés y curiosidad por comprender y profundizar diferentes aspectos de la realidad.</p> <p>Asume los cambios en forma crítica y constructiva.</p>	<p>Posee sólidos valores jerarquizados y es coherente con ellos.</p> <p>Desarrolla su conciencia sobre el aprendizaje y enseñanza matemática adecuada de alumnos apuntando a las competencias que se desea lograr.</p> <p>Mantiene independencia sin perder la relación necesaria con sus alumnos y colegas.</p>

### Prueba de las Competencias Matemáticas:

Esta prueba consta de 37 ítems; los cuales fueron elaborados por la investigadora según el programa vigente para Tercer Nivel de Educación Primaria (6° Grado), basado en el Libro de Matemática de Sexto Grado de Primaria, Ediciones Santillana (2003).

Esta prueba evalúa cuatro Áreas: Habilidades Conceptuales, Habilidades Traductoras, Habilidades Operatorias y Habilidades Heurísticas y Metacognitivas, que serán consideradas como los indicadores de estudio los mismos que serán evaluados según el peso asignado y el número de ítems por cada área en un sistema centesimal, para luego ser convertido al sistema Vigesimal, como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

### CUADRO N° 2

#### MATRIZ DE PONDERACIÓN DE LAS COMPETENCIAS MATEMÁTICAS SEGÚN INDICADORES

Indicadores	Items	Valor (Ptos Sist. Viges)	N° de Items	Sub - Total	Total (Ptos)
Habilidades Conceptuales	8, 9, 15, 19, 21 27, 28, 29, 30, 31	0.4	10	4.0	4.0
Habilidades Traductoras	1, 3, 10, 12	0.5	4	2.0	3.8
	17, 18	0.4	2	0.8	
	35, 36	0.5	2	1.0	
Habilidades Operatorias	6, 11, 16, 23, 25, 26	0.6	6	3.6	5.6
	5, 37	1.0	2	2.0	
Habilidades Heurísticas	2, 4, 7, 13	0.6	6	3.6	6.6
	33, 34	0.6	5	3.0	
	14, 20, 22, 24, 32				

Fuente: Elaboración propia de la investigadora

Total General 20.00

### Evaluación de la Prueba de Competencias Matemáticas

La prueba evalúa el área de Matemática, a partir de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. La evaluación de las competencias matemáticas se realizó a través de los criterios de evaluación propuestos en cada unidad de aprendizaje, los que a su vez sirvieron de referencia para la formulación de los Indicadores de evaluación que son señalados en el Cuadro N°4



**CUADRO N° 3**  
**MATRIZ DE EVALUACIÓN**  
**DE LAS COMPETENCIAS MATEMÁTICAS**

CRITERIOS	CAPACIDADES	INDICADORES	PROCEDIMIENTOS	FACILITADOR
Conoce y relaciona Conceptos según circunstancias	Conoce y relaciona Conceptos según circunstancias	*Habilidades Conceptuales  *Habilidades Traductoras	Comprende, elabora organiza recupera generaliza conceptos  Interpretar, modelar, recodificar	Prueba de competencias matemáticas
	Procedimentales	*Habilidades Operativas  *Habilidades Heurísticas y Metacognitivas	Graficar, algoritmizar, aproximar, optimizar, calcular  Resolver, empleando los recursos que sabe	
	Actitudinales	Se evalúa aparte		Escala de actitudes

Fuente: Elaboración propia de la investigadora

### Validez de la Prueba de Competencias Matemáticas

La prueba de las competencias matemáticas fue validada por el criterio de Jueces, por medio del coeficiente de Aiken (1985), que combina la facilidad del cálculo y la evaluación de los resultados con la correspondiente docimasia estadística, con lo cual se garantiza la objetividad de la prueba.

### CUADRO N° 4

#### VALIDEZ DE LA PRUEBA DE LAS COMPETENCIAS MATEMÁTICAS POR CRITERIO DE JUECES

Indicadores	N° Item	V.Aiken	P	N° Item	V.Aiken	P
Habilidades Conceptuales	8	0.80	0.049	27	0.80	0.049
	9	0.90	0.001	28	0.90	0.001
	15	1.00	0.001	29	0.90	0.001
	19	0.60		30	0.70	
	21	1.00	0.001	31	1.00	0.001
Habilidades Traductoras	1	0.90	0.049	17	0.90	0.001
	3	1.00	0.001	18	0.70	
	10	1.00	0.001	35	0.90	0.001
	12	1.00	0.001	36	0.80	0.049
Habilidades Operatorias	5	0.90	0.049	23	0.90	0.001
	6	1.00	0.001	25	0.80	0.049
	11	1.00	0.001	26	0.70	
	16	0.90	0.001	37	0.80	0.049
Habilidades Heurísticas y Metacognitivas	2	1.00	0.001	33	0.90	0.001
	4	1.00	0.001	34	0.80	0.049
	7	1.00	0.001	20	0.80	0.049
	13	0.70		22	1.00	0.001
	14	1.00	0.001	24	0.90	0.001
				32	1.00	0.001

Fuente: Elaboración propia de la investigadora

Como se puede apreciar en el Cuadro N° 4 los coeficientes de Aiken referente a la validez de los ítems demuestran gran significancia estadística en todos ellos con una correlación que va de  $V = 0.75$  a  $1.00$ , salvo los ítems 18, 19, 26 y 30 con ( $V = 0.60$  y  $=0.70$ ) lo que para 10 jueces no presentan validez según Aiken; sin embargo, analizando vemos que la correlación es alta, por lo que concluimos que dicha prueba tiene la validez requerida.

## PRUEBA DE COMPETENCIAS MATEMÁTICAS

Esta prueba es totalmente anónima, sólo se necesita que resuelva los ejercicios que se le presentan de la mejor manera posible, el objetivo de ella es determinar hasta qué punto ud. cuenta con las competencias matemáticas o no.

Marque sus respuestas con una (X) EN LA HOJA DE RESPUESTAS que se le presenta.

-----

1. - Escriba el desarrollo exponencial del número aproximado.

367 102 340

2. - Escriba el número correspondiente:

6  
175 X 10

3. - Descomponer el número, según su valor posicional:

263 046 120

4.- Descubra la regla de formación de la siguiente serie y continúala:

20180; 20380; 20580; -----

5.- Realice la operación siguiente:

0,450 entre 100 = -----

6.- Realice:

88 X 101 aplicando propiedades.

7.- Marco tiene 452 Kg. de grano. Cada día gasta 36Kg. para alimentar a sus caballos. ¿Cuántos Kg. de grano le faltan para que los caballos puedan comer un día más?

8.- Indique si es verdadero o falso la siguiente expresión:

Un ángulo agudo y un ángulo obtuso pueden ser complementarios ( )

9.- Si se quiere saber cuál es el menor número de chocolates que se necesita para repartir a grupos de 30, 48 y 40 niños, de modo que reciban un número exacto

de chocolates. Exprese que es lo que debe hacer para dar con lo que se le solicita.

10.- Claudia ha comprado tres cuartos de Kg. de limones y Carla ha comprado dos tercios de Kg. de limones, por simple inspección diga ¿Quién compró más limones?

11.- Resuelva:

$$4 \frac{5}{6} + 2 \frac{2}{12} - 1 \frac{1}{2}$$

-----

$$(6/4) (4/6) + 4 \frac{2}{4}$$

12.- Ordene de mayor a menor los siguientes números:

6,4; 6,046 ; 6,456 ; 6,763; 6,004; 6,040

13.-Samantha tiene un bidón con 12 litros de agua y otro con 8 litros. Echa el agua de cada bidón en varias jarras iguales y no sobra ningún litro. ¿Qué capacidad tendrán como máximo las jarras?

14.- Se desea dividir una plancha de triplay de 96 cm de largo y 72 cm de ancho, en cuadrados del mayor tamaño posible ¿Cuánto deberá medir el lado de cada cuadrado?

15.- Si se tiene:

0,009 y se obtuvo 0,00009 explique que tuvo que hacer para lograr ese resultado.

16.- De un cajón de tomates se han malogrado los  $\frac{3}{11}$  y de otro que contiene igual cantidad de tomates se han malogrado los  $\frac{2}{7}$  .Le preguntan en cuál de los cajones se malogró más.

17.- Un pastelero, utiliza 30 huevos para elaborar 336 galletas, si tuviese  $\frac{2}{3}$  de los huevos que tiene. ¿Podrá hacer más o menos galletas, cuántas?

18.- Hallar el término siguiente:

$\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, 3, 12, \dots$

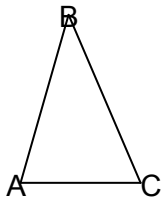
19.- Una colección de libros costó S/. 419700 cuando su precio de venta era S/. 532 800. Determine cuál fue el descuento realizado?

20.- 8 hombres han cavado en 20 días una zanja de 50 m de largo, 4m. de ancho y 2m de profundidad . En cuanto tiempo lo hubieran cavado la misma zanja 6 hombres menos?

21.- Expresa en las unidades que se indican:

34,5 cm en hm -----

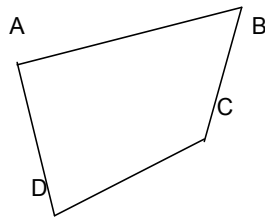
22.- En un triángulo isósceles, calcula cuanto miden los ángulos restantes al dado:



Donde ángulo B = 40 °

23.- En el cuadrilátero que se le presenta averigua cuánto mide el ángulo desconocido:

Donde ángulo A = 90°  
 Ángulo B = 70°  
 Ángulo C = ¿?  
 Ángulo D = 80°

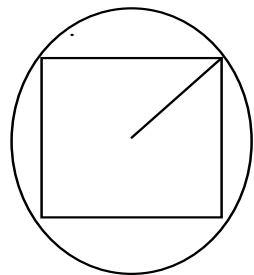


24.- Para mantenerse en forma, Samuel recorre en bicicleta diariamente 7 vueltas alrededor de una pista circular de 200 m de radio. ¿Cuántos metros recorre diariamente?

25.- ¿Cuál es el área de un círculo cuyo radio es 1,7 dm?

26.-Calcula el área de la parte fuera del cuadrado:

Cuyo radio = 2 cm  
 y cada lado del  
 Cuadrado mide 2,5 cm



27.- La longitud de la circunferencia resulta de multiplicar.

28.- El área lateral de un prisma es la suma de las áreas de todas las caras.

29.- El área de un rectángulo es similar al área de un paralelogramo .

30.- La altura de un cilindro recibe por nombre “apotema”

31.- La distancia del centro del círculo a cualquier punto de la Circunferencia se llama radio

32.- Por simple inspección determine cuál es el promedio, mediana y modo de la siguiente data:

X = 9 , 8 , 14 , 13 , 11 , 12 , 17 , 13 , 16, 17 , 13

33.- Si se lanza un dado en buenas condiciones, cual es la probabilidad de obtener números pares.

34.- Si se tiene una baraja de cartas, cual es la probabilidad de obtener un as de coco y un as de espada?

35.- Se tiene el área de una figura cuya base es de 7cm y cuyo ancho es de 15cm. y a la vez se tiene otra figura cuya altura es de 15 cm. y de largo 7 cm. diga ud. de que figuras se estará hablando, especifique?

36.- Si se tiene un círculo de 8 m de diámetro, el valor Phi es diferente si se tiene un círculo de 12 cm de diámetro?

37.- Convertir 7500 gramos a kilogramos:

## REFERENCIAS

- ALARCÓN, G. Y MONTENEGRO, J (2000). *Competencias Pedagógicas y Autoevaluación Docente. Edic.1. Edit. NOMOS.*
- ALMEYDA, Orlando. (2002). *La evaluación .Dentro del enfoque Pedagógico. La evaluación para el Currículo por Competencia. Edic. y Distribuidora J.C. Lima- Perú 2002.*
- AVALOS, Haddard.(1981), FULLER ( 1998), ARANCIBIA Y Maltos (1989) y ARANCIBIA Y ALVAREZ (1991) en *Calidad Educativa.*
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo (2, ed.). México: Trillas.*
- AZCÁRATE, P. (1998). *La Formación del Docente de Matemática ante los Nuevos Retos. Conferencia de inauguración del Tercer Encuentro de Educación matemática de la Región Zuliana. ASOVEMAT- Universidad del Zulia (Facultad de Humanidades y Educación), Maracaibo, 16 y 17 de Octubre de 1998. Mimeo.*
- BENITO, U. (1999) *Aprendizaje Significativo. Ed. San Marcos. Lima-Perú*
- BLANCO, L. J. (1998). *Nuevos retos en la formación de los profesores de Matemática. Ponencia presentada en la RELME 12. Santafé de Bogotá (Colombia). Julio, 6 al 10.*
- BERICHE, m. *Evaluación del Currículo por Competencias I.S.P. Thomson. Lima. Perú. 2002.*
- BONILLA, M. (1997). *El Perfil del Profesor de Matemática en Latinoamérica para el Próximo Siglo: Algunas ideas para la organización del currículo. En: Olfo, R. y González, H. (Eds.) (1997). Alternativas para la Formación de Profesores de Matemática. Seminario Internacional sobre Formación de Profesores de Matemática. La Serena (Chile): Edición conjunta de la Sociedad Chilena de Educación Matemática y el Departamento de Matemática de la Universidad de la Serena, pp 36-48.*
- BROWN, C. y BORKO, H. (1992). *Becoming a Mathematics Teacher. En D. C. Grouws. Handbook of Research of Mathematics Teaching and Learning. New York: Macmillan Publishing Company, Capitulo II, 209-239.*
- BROUSSEAU, G. (1986). *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 7, n. 2, p. 33-115.* (1989), *La Tour de Babel. Etudes en Didactique des Mathematics. Article occasionnel 2 I RE M de Berdeaux.*
- COLL, C. (1987). *Psicología y Currículum. Una aproximación Psicopedagógica al Currículum escolar. Laia. Barcelona.*
- COLL, C. Y MARTIN, E. (1993). *La evaluación del Aprendizaje en el Currículo .En el Constructivismo en el aula. Ed. Graó Barela.*
- CHEVALLARD, y JOHSUA, M.A. (1982). *Recherches en Didactique des Mathematics. Vol 3. N° 1, pp. 159.*
- DEL VALLE, Ma. (1997). *Requerimientos de Cambios en la Formación de Profesores de Matemática en Chile. Olfo, R. y González, H. (Eds.) (1997). Alternativas para la Formación de Profesores de Matemática. Seminario Internacional sobre Formación de Profesores de Matemática. La Serena (Chile): Edición conjunta de la Sociedad Chilena de Educación Matemática y el Departamento de Matemática de la Universidad de la Serena. pp 116-126.*
- DÍAZ, S. (1998). *Diagnóstico de la Formación Docente de Matemáticas egresados de las universidades e Institutos superiores Pedagógicos de Lima". U.G.V. Lima- Perú.*
- ERNEST, P., (1990), *Social Constructivism as a Philosophy of Mathematics: Radical Constructivism Rehabilitated? Poster, PME -14, Mexico.*
- GARCÍA, B. (1997). *Aprender y Enseñar Matemáticas y conocimiento del profesor .Una panorámica desde la Investigación .REV. de Educ, Vol 316, pp163-191.*
- GODINO, J. D. y BATANERO, C. (1993). *Significado institucional y personal de los objetos matemáticos.*

- Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.*
- HIDALGO, B. y MONTALVA, D. (2000). *Desarrollo de Habilidades, Competencias y Personalidad. INADEP.*
- HIDALGO, B. (2002) *.Los perfiles en Educación. INADEP*
- KENNEY, M. J. & HIRSCH, C. R. (1991). *Discrete mathematics across the curriculum, K-12. 1991 Yearbook. Reston: VA: N.C.T.M.*
- LAKATOS, I., (1970). *Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes, In Lakatos, I., and Musgrave, A. (Eds.), Criticism and the Growth of Knowledge. Cambridge: Cambridge University Press.*
- MAYER, R. E. (1982). *Implications of cognitive psychology for instruction in mathematical problem solving, In Lester, F. K. and Garofalo, J., (Eds.), Mathematical Problem Solving: Issues in Research, Philadelphia: Franklin Institute press.*
- (2003). *Programas Curriculares Básicos de Educación Primaria.(2003) de I, II y III Ciclo. R.M.08853-2003 ED/ Directiva N° 063 –2003. VMGP-Lima-Perú (2001). Modernización de la Formación Docente. Evaluación del Proceso. TAREA Lima –Perú (2002). Forum Internacional de Formación Docente .Miradas desde su práctica formativa (2003). Propuesta Nueva Docencia / Lima-Perú.*
- OLFOS, R. y GONZÁLEZ, H. (eds.) (1997). *Alternativas para la Formación de Profesores de Matemática. Seminario Internacional sobre Formación de Profesores de Matemática. La Serena (Chile): Edición conjunta de la Sociedad Chilena de Educación Matemática y el Departamento de Matemática de la Universidad de la Serena.*
- OLIVERAS, Ma. L. (1997). *Reflexiones sobre el profesor de Matemáticas del Próximo Siglo y Análisis de Proposiciones Curriculares en esa Dirección. En: Olfos, R. y González, H. (eds.) (1997). Alternativas para la Formación de Profesores de Matemática. Seminario Internacional sobre Formación de Profesores de Matemática. La Serena (Chile): Edición conjunta de la Sociedad Chilena de Educación Matemática y el Departamento de Matemática de la Universidad de la Serena, p 49-74.*
- PIAGET, J., (1972), *The Principles of Genetic Epistemology, (Trans. W. Mays) London: Routledge and Kegan Paul.*
- PINTO, L *Currículo por Competencia. Necesidad de una nueva escuela. Tarea, Lima Perú 2002 p.10*
- SANTILLANA, S.A. (Edic.) *Lógico-Matemática 6-Serie-Futuro. Primaria-1999.*



# LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA COMO MOTOR DEL DESARROLLO ECONÓMICO EN EL PERÚ

*The technological innovation like engine of the economic  
development in Perú*

Gloria Esther Valdivia Camacho\*

## **Resumen**

*La innovación tecnológica es la materialización de los avances que se derivan del conocimiento acumulado y que se concreta en la creación, producción o venta, difusión de nuevos y mejorados productos o servicios.*

*La innovación tecnológica, lejos de agotarse, representa hoy la principal palanca del progreso. El nuevo crecimiento económico de los países, tiene como único medio seguro de crecimiento sostenido, la creación de tecnología propia, además de usar innovadoramente la ajena.*

*En el Perú, se están haciendo esfuerzos por promover la innovación tecnológica, apoyando proyectos innovadores de jóvenes escolares, universitarios, científicos y empresarios que con iniciativa y creatividad desarrollen productos tecnológicos y que tengan interés y preparación para lanzar una actividad empresarial que permita diseminar el producto en el mercado.*

*Palabras clave: Innovación Tecnológica, empresas innovadoras, competitividad.*

## **Abstract**

*The technological innovation it is the materialization of the advances that stem from the accumulated knowledge and that one makes concrete in the creation, production or sale, diffusion of new and improved products or services.*

*The technological innovation, far from becoming exhausted, represents today the principal lever of the progress. The new economic growth of the countries, has as average sure only one of supported growth, the creation of own technology, beside using innovadoramente the foreign one.*

*In Peru, efforts are done for promoting the technological innovation, supporting innovative projects of school young women, university students, scientists and businessmen who with initiative and products and who have interest and preparation to throw a managerial activity that allows to spread the product on the market.*

*Key words: Technological Innovation, innovative companies, competitiveness.*



## INTRODUCCIÓN

Según la Real Academia Española, innovación (del latín *innovatio*): acción y efecto de innovar; creación y modificación de un producto y su introducción en un mercado. Desde el punto de vista sociológico, se puede considerar como uno de los principales factores explicativos del cambio social, aunque la innovación en sí misma se explica desde el propio cambio de las sociedades. En la dimensión económica y empresarial presentamos la definición del propio Schumpeter, para el que la innovación es una el que la innovación es una nueva combinación que surge en el área de la producción, siendo el proceso clave del cambio económico, puesto que incide rompiendo el estado estacionario, dinamizando con los cambios discontinuos y cualitativos al sistema al Sistema económico.

El Diccionario de Economía Planeta define la innovación tecnológica como: un proceso por el cual se introducen en el sistema productivo nuevas combinaciones de los factores de producción que permiten disponer de un nuevo producto o producir uno ya existente con un menor coste.

Un proceso es considerado una innovación, si pone en marcha nuevas técnicas, tanto para la fabricación de nuevos productos, la prestación de nuevos servicios como para la elaboración de productos ya existentes.

Según Fernando Machado, la innovación tecnológica es el acto frecuentemente repetido de aplicar cambios técnicos nuevos a la empresa, para lograr beneficios mayores, crecimientos, sostenibilidad y competitividad.

Por tanto la innovación puede ser:

1. Innovación de productos.
2. Innovación de procesos.

**Innovación de productos:** Se trata de la adquisición o asimilación de nuevas tecnologías para mejorar o producir productos inexistentes en el país o en la empresa.

**Innovación de procesos:** Se trata de la adquisición o asimilación de nuevas tecnologías para mejorar procesos ya existentes o para utilizar procesos que no existían en el país o en la empresa.

Tres características de la innovación:

- La innovación no está restringida a la creación de nuevos productos: una innovación puede también referirse a un nuevo servicio (banca telefónica) o a cómo se vende o distribuye un producto (Ikea o Pizza Hut).
- La innovación no está restringida a desarrollos tecnológicos: Una innovación puede también obtenerse a través de diferentes estructuras organizativas (Benetton), de la paquetización de la oferta actual (Virgin Airlines) o de una combinación de tecnología y marketing (Swatch).
- La innovación no está restringida a ideas revolucionarias: muchas empresas sufren a menudo del complejo de "o soy Thomas Edison o no soy nada". Sin embargo, desde la perspectiva del accionista, una serie de pequeñas innovaciones "incrementales" son tan deseables como un (potencial) gran cambio que tenga lugar cada diez años

## I. LA INNOVACIÓN

La innovación es el elemento clave que explica la competitividad. Porter (1990), afirmó: "La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. La empresa consigue ventaja competitiva mediante innovaciones" También Francois Chénais enfatizó que: "La actividad innovadora constituye efectivamente, con el capital humano, uno de los principales factores que determinan la ventaja competitiva de las economías industriales avanzadas".

Estas definiciones dejan claro que la innovación acaba con la introducción con éxito en el mercado del producto. La estrecha conexión entre el concepto actual de competitividad y de innovación es evidente: decir que los nuevos productos deben tener éxito es lo mismo que decir que han de ser competitivos.

### Definición de Empresa Innovadora

La Empresa Innovadora logra transformar los avances científicos tecnológicos en nuevos productos y procesos, mediante la adecuada y efectiva vinculación de la ciencia, la tecnología, la producción,

las necesidades sociales y requerimientos del mercado nacional e internacional.

Es aquella, que mediante la sistemática aplicación de innovaciones, posee un nivel de organización de la gerencia empresarial y del proceso productivo tales, que sus ofertas poseen calidad superior o igual a las mejores existentes en el mercado, que le propicie cubrir sus costos y obtener ganancias.

La definición de empresa innovadora abarca el accionar de la empresa en su totalidad:

Gerencia., Proceso productivo, Productos y/o servicios, Comercialización, Economía y finanzas.

#### **Características de la empresa innovadora:**

- Contar con una estrategia de desarrollo definida.
- Tener visión para identificar (anticipar) los requerimientos de la economía (tendencias del mercado).
- Capacidad para obtener, procesar, asimilar información tecnológica y económica.
- Aptitud para lograr la cooperación interna (en toda su estructura funcional) y externa (con los centros de investigación, de educación superior, de asesoría y consultoría, clientes y proveedores).
- Constante interés por la superación profesional de todo el personal.

Tras la década de los noventa en la que se produjo un extraordinario crecimiento en la economía global y en la productividad, sobre todo en Estados Unidos, apoyándose en el potencial de Internet y las nuevas tecnologías, incluso se llegó a cuestionar el funcionamiento cíclico de la economía, (según la teoría de los ciclos económicos a una fase de expansión, caracterizada por aspectos como una fuerte actividad económica, aumento del consumo, creación de empleo o aumento de los precios, seguía una fase de contracción, donde se produce una caída importante de la inversión, la producción y el empleo, disminuye el gasto de los consumidores o aumento del déficit público y los beneficios empresariales descienden). Ahora bien, en estos momentos, el mundo se encuentra en una fase de contracción, y los gobernantes de las principales economías del mundo intentan conseguir

de nuevo encontrar la senda que conduzca a una nueva fase de expansión.

Si se cambia del entorno macroeconómico a la gestión empresarial, es necesario conseguir, la fórmula que permita encontrar la senda del crecimiento. Y aquí también, según el ciclo económico, se imponen unas técnicas u otras para conseguir el objetivo.

En la búsqueda de la mejora en la competitividad empresarial, de la obtención de ventajas competitivas, reducción de costes y el aumento de la eficiencia o incremento de las ventas, en cada ciclo económico, se han destacado estrategias basadas en la producción "just in time", el outsourcing, la mejora continua de los procesos de producción, la búsqueda de la calidad, la presencia en Internet, la inversión en nuevas tecnologías o la gestión del conocimiento, entre otras.

Y en la fase económica actual, los expertos vuelven la vista a una técnica que conocemos desde hace ya mucho tiempo, la innovación, dicen que el futuro será de las empresas innovadoras. Así, en los últimos números de las publicaciones más prestigiosas sobre gestión empresarial, se menciona con especial énfasis, de cómo conseguir que la empresa innove, liberar la capacidad innovadora de las personas que forman parte de la organización o el tipo de innovaciones que son más factibles en la actualidad.

#### **Innovación Estratégica**

Alejandro Llano, reflexiona sobre la estrecha relación entre responsabilidad empresarial e innovación, considera que la innovación debe ser liderada por las personas, libres de prejuicios, capaces de desmarcarse de los principios vigentes y pensar, desde la misma realidad, con actitudes inconformistas y radicales. Y para conseguirla, se requiere de calidad ética y cultural, clima de confianza, un esquema organizativo al servicio de las personas y no a la inversa, interdiscipliniedad, una constante actitud investigadora abierta, capaz de rectificar.

Alfons Cornella señala que debemos experimentar y apoyar a la innovación, aprender de los errores, y asegura "No hay innovación sin riesgo. Se camina cayendo al andar". Y apunta que serán las innovaciones "de negocio" (maneras diferentes de presentar un producto o servicio) las más frecuentes

y las más accesibles para las empresas. Destaca que un elemento fundamental, crítico, de toda innovación, para que consiga la aceptación del mercado, es que sea fácil de comprender, de entender y de usar.

En épocas como las de hoy tan cambiantes el Factor Clave del Éxito no se da por que tanto juegas mejor que la Competencia, sino sobre todo por la forma de modificar las Reglas de juego, es decir buscar una nueva y eficiente manera de hacer las cosas.

Sin embargo el simple hecho de romper las reglas tampoco nos garantiza el éxito, pero la pregunta es:

¿Cómo hacer una jugada Estratégicamente Innovadora?

¿Cómo logra el Estratega para ver algo que para los demás no está del todo claro?

¿Hay un método para hallar ideas innovadoras?

La Innovación Estratégica va a depender de la Naturaleza del sector de negocios, lo que realmente necesita el Cliente, la posición competitiva, sus puntos Fuertes y débiles; pero es necesario tener presente que encontrar una nueva idea de hacer las cosas sin la ayuda de una ventaja tecnológica resultara difícil para el éxito.

Hay que lograr ser el numero uno y para ello hay que llegar más rápido que los demás y tendremos más posibilidad de éxito, pero aún así no hay garantía de tener éxito, es importante además explotar ese Nicho de mercado en forma competitiva, para así posicionar una forma Innovadora de hacer el negocio.

Si reflexionamos sobre la estrategia de las empresas de éxito: Microsoft, 3M, Dell, Ikea, General Electric, Charles Schwab, Sony, Gillette, Nokia, Amazon.com, cada una es de un sector, cada una ofrece un producto/servicio distinto, pero todas tienen algo en común: la innovación.

Es importante destacar que cuando se habla de innovación, no se habla de innovación en un sentido estricto de producto/servicio, sino de innovación en un sentido mucho más amplio que abarca todos los conceptos empresariales: estrategia, procesos, productos/servicios.

Es decir, el concepto de innovación va mucho más allá del concepto de desarrollar nuevos productos con casos tan famosos como Chupa Chups o el Post It de 3M, sino de la innovación en conceptos empresariales.

Es importante integrar en la estrategia global de la empresa la gestión de la tecnología, es decir la estrategia que permita a la empresa desarrollar, adquirir y asimilar tecnología, incorporarla de forma eficaz a sus nuevos productos, anticiparse a las necesidades de los clientes, ofrecer calidad y dominar los plazos de lanzamiento al mercado.

La concepción actual de la actividad innovadora contempla a la empresa como un todo integrado, donde el éxito depende a menudo del grado de integración de las unidades, de la estrecha relación entre la producción, la comercialización y la I+D, lo que requiere de la fusión de lo técnico, lo económico y lo social, en lugar de ser materia exclusiva del impulso tecnológico o la atracción del mercado.

La innovación tecnológica se debe analizar bajo un enfoque sistémico, donde interviene la estrategia corporativa con un conjunto de tecnologías interrelacionadas de manera conjunta con los factores comerciales. Unido al enfoque sistémico y a la complejidad de la innovación tecnológica se pone además de manifiesto la necesidad de gerenciar la innovación tecnológica.

## II. SITUACIÓN ACTUAL DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN EL PERÚ

El Perú ha crecido sostenidamente en los últimos años. El PBI se triplicó con respecto al año 2000 y el crecimiento per cápita ha venido recuperándose después de tres décadas. A pesar del contexto internacional desfavorable, la economía peruana mantuvo su dinamismo, impulsada fundamentalmente por el aumento de la inversión privada y del consumo privado, lo que refleja la rápida recuperación de la confianza de los inversionistas en el Perú como una buena plaza para los negocios, así como del poder adquisitivo de los consumidores.

Dicho crecimiento económico, acompañado por un marco de estabilidad macroeconómica y de una

eficaz gestión de las finanzas públicas, permitió reducir la pobreza y sentar las bases para la inclusión social. Para el 2016, el Perú se ha planteado reducir la pobreza a menos del 20% y la desnutrición crónica infantil a menos del 10%. No hay duda de que para cumplir estas metas necesitamos enfrentar decididamente algunos desafíos que permitan garantizar un crecimiento y desarrollo económico sostenible.

La estrategia de sostenibilidad requiere abordar los retos pendientes en cuanto a productividad, competitividad e igualdad de oportunidades. Ello implica establecer e impulsar un desarrollo regional equilibrado, en el que se conecte a las regiones con el mercado, se reduzcan las brechas de acceso a servicios básicos entre las zonas urbanas y rurales, y se construyan capacidades locales. Asimismo, se requiere un clima favorable y predictibilidad en el accionar del Estado que continúe promoviendo la inversión privada como motor del crecimiento, así como la apuesta por un aumento de la productividad basada en la innovación.

En los próximos años se espera que el Perú no solo mantenga el liderazgo en el crecimiento económico de Latinoamérica, sino que algunos analistas, tales como el HSBC, ya lo ubican como el sexto país de más rápido crecimiento en el mundo para el año 2050.

Para que estas perspectivas se materialicen, el Perú debe consolidar sus fundamentos macroeconómicos y de gobernanza, pero sobretodo avanzar aceleradamente en la mejora de su competitividad, que permita mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y mantener la posición de ejemplo del Perú en la región.

Nuevos mercados, más competidores, potenciales clientes y nuevos hábitos de consumo plantean hoy un entorno de enormes oportunidades para el Perú. Aprovechar este nuevo escenario requiere un cambio profundo en el accionar del Estado para rediseñarse a sí mismo, poniéndose al servicio del ciudadano, y para generar un marco que permita aumentar sostenidamente la productividad de las empresas.

Sin embargo, una transformación como esta y una decidida apuesta por la competitividad del país no se consiguen por decreto. Se construyen paso a paso, en

un esfuerzo conjunto entre el Estado, los empresarios y la academia, en el que cada uno cumple un rol.

Dada la necesidad de desarrollar un plan para el futuro, el Consejo Nacional de la Competitividad (CNC) asume el reto de articular estos esfuerzos, proponiendo una Agenda de Competitividad al 2013 con metas viables y responsabilidades claras. Esta Agenda contiene siete pilares y sesenta metas que conjugan lo urgente con lo importante. Creemos que los siete pilares planteados para la innovación, ciencia y tecnología; el desarrollo empresarial, la calidad y educación productiva; la internacionalización; la infraestructura; las tecnologías de información y comunicaciones; la facilitación de negocios; y el ambiente, van a ser excelentes catalizadores para avanzar en la mejora de la competitividad.

Para ser competitivos se requiere mayor diferenciación, diversificación y conocimiento. Ello implica incorporar renovados modelos de gestión para los sistemas de ciencia, tecnología, innovación y calidad; una estrategia articulada de internacionalización; y una educación que acompañe a esta transformación productiva. El enorme consenso sobre la necesidad de estas reformas y sobre lo que al Estado, a las empresas, y a la academia les toca realizar, permite afirmar que este camino es irreversible.

En los 5 últimos años en nuestro país, se están promoviendo sostenidamente eventos que promueven el desarrollo científico y tecnológico del país.

En la primera semana de noviembre del presente año se realizó El Congreso Nacional a la Innovación, Innotec Perú 2012, el cual fue organizado por el Concytec con el apoyo de 22 instituciones público-privadas a fin de intercambiar experiencias y conocimientos derivados de las mejores prácticas en gestión de la innovación tecnológica, la creación de parques científicos – tecnológicos, la transferencia de tecnología, entre otros.

### III. INVENTOS Y AVANCES TECNOLÓGICOS HECHOS EN PERÚ

Muchos son los proyectos innovadores desarrollados en el último año, algunos de los desarrollados en la academia, son:

- El Sistema Multiplicador de Fuerza, creado por Don Sixto Ramos, de 63 años, que ganó la medalla de bronce en el Mundial de Inventos de Ginebra, Suiza, ofrecida por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Es un sistema multiplicador de fuerza que va a bajar el costo de la energía, es muy útil en el campo automotriz, en la aviación y también puede utilizarse en centrales hidroeléctricas y minas. Puede mover un barco con el motor de un auto.
- El “Buque TIC-UNI”, que consiste en un navío fluvial que recorrerá los ríos amazónicos llevando capacitación tecnológica y telemedicina a poblados ribereños que actualmente tienen muy poco acceso a las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- El Nanosatélite Chasqui I, proyecto que comprende el diseño, construcción, lanzamiento y operación de satélites, en adelante el Perú contará con imágenes satelitales para tener información meteorológica, identificar desbordes y estados de los ríos, detección de tormentas, posibles inundaciones y condiciones de humedad de los suelos, entre otras aplicaciones.
- El proyecto Centro Especializado en Tecnologías de Información y Comunicación para personas con discapacidad que ya se ha instalado en 4 Regiones del Perú, para promover la inclusión social; en el Perú hay más de 3 millones de peruanos con alguna discapacidad, mencionó.
- El Sistema de Fabricación Digital FAB-LAB, que es un laboratorio de fabricación digital, creado por el primer centro de formación de ingenieros y científicos del mundo, Massachusetts Institute of Technology (MIT-USA), que revolucionará el sistema industrial y dar poder a las personas de autofabricar casi todo.
- Las Casas de Confort Térmico, con el fin de combatir el frío que sufren los habitantes del Perú que viven en viviendas ubicadas entre los 3000 y 5000 m.s.n.m. se construyeron

viviendas Bio-confotables, aprovechando la energía solar.

- Fortalecimiento de las Tecnologías para la Mitigación de Desastres Causados por Sismos o Tsunamis, con el propósito de disminuir los daños ocasionados en caso de ocurrir estos fenómenos. Identificando zonas de riesgos y evaluar construcciones atípicas, entre otros proyectos que se ejecutan conjuntamente con científicos del Japón.

En la Cuarta Edición del Concurso Innova Mype: “Premio a la Innovación Empresarial y Creatividad Estudiantil”, liderado la Municipalidad Metropolitana de Lima en alianza público privada con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYTEC, Ministerio de la Producción, Ministerio del Ambiente, INDECOPI, Pontificia Universidad Católica del Perú, Universidad Norbert Wiener, Universidad Ricardo Palma, INICTEL – UNI, ADEX, Sociedad Nacional de Industrias, Cooperativa de Ahorros y Crédito y Finanzas MYPES PERÚ Ltda. y la Fundación Romero, los proyectos finalistas fueron:

- Chocolate Dietético Slender en la categoría innovación exitosa.
- Detergente suavizante a base de arcilla natural en la categoría manufactura.
- Biocida de nanopartículas de plata estabilizadas en medio acuoso y gel para la aplicación en el tratamiento de aguas, en la categoría ideas innovadoras.
- Venta de Biorreactores fermentadores como una nueva alternativa para proyectos biológicos, idea innovadora del rubro estudiantil.
- Patronaje y Tizado Textil Digital y Sistema de Identificación y Registro de Taxistas, ideas innovadores del rubro empresarial.

#### **IV. FORMAR PARA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN**

Una de las razones para comprender el progreso de un país, tiene que ver con la instauración de políticas de Estado de largo aliento que reconocen en la educación, la ciencia y la tecnología elementos primordiales para el desarrollo humano, de modo que transforman la pertinencia del sistema educativo para potenciar individuos competentes y creativos.

Un ejemplo importante de los beneficios de formar en ciencia, tecnología e innovación, es Corea del Sur, un país que hace 50 años tenía unas condiciones menos favorables que muchos países de Sudamérica en su momento, hoy en día es reconocida como una de las economías más grandes del mundo, con fortalezas en industrias globales como el acero, la construcción naval, los automóviles, los semiconductores, la electrónica y muchas otras más.

En el Perú, algunos aspectos de la historia reciente que vale la pena recordar son: la creación de la Comisión de Ciencia y Tecnología, fruto del trabajo de universidades que contaron con el apoyo de CONCYTEC y el Ministerio de Educación; para la mejor planeación y coordinación de la política de ciencia y tecnología y creación de un fondo para esta materia; ésta debe impulsar el proceso de industrialización a través de la transferencia de tecnología y desarrollo tecnológico en 3 etapas: imitación, internalización y generación; incentivo a la investigación orientada hacia la industrialización e innovación tecnológica y respaldo a las instituciones educativas de investigación.

En Corea del Sur, se sumó el valor que la población le da a la educación, los esfuerzos del Estado de ampliar cobertura en los niveles básico y superior y el impulso del uso de las tecnologías de información y comunicación en la educación. Así, el Ministerio de Educación y Desarrollo de Recursos Humanos supervisa la adopción de las TIC, un proceso que se ha dado en tres fases. Durante la primera, se mejoró la infraestructura para facilitar su adopción; en la segunda se buscó integrarlas a los métodos de enseñanza y aprendizaje; y en la tercera, que está en marcha desde el año 2006, se pretende hacer realidad el e-learning, de tal forma que todas las personas puedan estudiar siempre y en donde quieran.

Los objetivos y directrices planteados en el programa de TIC para educación, según niveles educativos, enfatizan:

#### **En educación Básica...**

1. Desarrollo de contenidos educativos de alta calidad para establecer y promover las TIC con base en la los sistemas de enseñanza y aprendizaje
2. Innovación y distribución de los programas de formación de docentes y de prácticas escolares.

3. Mejoramiento continuo de la infraestructura de tecnología y de los sistemas de información para cumplir los desafíos de una sociedad basada en el conocimiento.
4. Direccionamiento de los proyectos para analizar los resultados de la introducción de las TIC.

#### **En educación Superior...**

1. Construcción de un ambiente apropiado para el uso de las TIC.
2. Generación de métodos de educación a través de las TIC, que aprovechen la característica de la ubicuidad.
3. Uso de las TIC en pro de una interacción académica eficiente para mantener una infraestructura adecuada, una organización acorde con las necesidades y una producción continua de contenidos.

De otra parte, el objetivo del Plan Nacional Educativo es direccionar el uso de las TIC en relación con el e-learning globalizado, y enfatizar el aprendizaje a lo largo de la vida mediante las Cyber Universidades.

Según el sistema coreano y para el caso de la educación a lo largo de la vida se debe mejorar principalmente en funcionamiento, política y organización. Específicamente se llevan a cabo acciones focalizadas en:

1. Acceso a los sistemas de información compartida.
2. Creación de ambientes para la educación que propicien continuamente las competencias y capacidades del recurso humano.
3. Mejoramiento de las habilidades individuales para la resolución de problemas, utilizando las características del aprendizaje basado en la evaluación y en el análisis de cada aprendiz.

Este decidido impulso a una educación que pone en el centro de la competitividad a las personas, el apoyo económico a la investigación en ciencia y tecnología, así como la cultura de la información han generado conciencia en la ciudadanía y en el Estado acerca de su importancia y de la prioridad que se les debe dar y de su relación con los avances económicos

y sociales que ha vivido Corea del Sur. En este mismo sentido, la apuesta de futuro de Corea se fundamenta en la formación de personas competentes, creativas y autónomas, capaces de procesar nuevos conocimientos e información con eficacia, indispensables en la sociedad del conocimiento del siglo XXI.

## **FACTORES COMUNES EN PAÍSES EXITOSOS**

Uno de los temas fundamentales para avanzar en este sentido es el de las competencias. En América Latina, las empresas sugieren que las competencias prioritarias a desarrollar en los jóvenes, además de las básicas (lectoescritura, matemáticas, ciencias, ciudadanía), deben incluir las transversales como la facilidad de adaptación, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo y las claves para la competitividad como el bilingüismo y el manejo de tecnologías de la información y las comunicaciones.

Además, la experiencia internacional muestra que el emprendimiento es necesario en una economía competitiva, para lo cual son requeridas competencias como la creatividad, la capacidad para resolución de conflictos y el ser recursivos. Así, es prioritario construir un proyecto educativo en torno a competencias mediante el cual se puedan acercar los jóvenes y ciudadanos a las exigencias del mercado laboral y de una economía internacionalmente competitiva.

En el tema del emprendimiento una experiencia internacional exitosa para revisar es la de la Ciudad Industrial del Valle del Nalón (VALNALÓN), en Asturias, que cuenta con una Cadena de formación de emprendedores (red de instituciones educativas) y tiene como objetivo motivar, formar, orientar y apoyar a los futuros emprendedores. Su primer eslabón es la educación primaria y brinda apoyo hasta la consolidación de la empresa. Además, promueve los intercambios estudiantiles y la capacitación.

Otro tema determinante para el país es la calidad, máxime si se considera que las mejoras en este factor solo se empiezan a observar en promedio, luego de una década de trabajo continuo.

Un estudio de McKinsey, cuyo objetivo era identificar los factores comunes a los países que obtienen los mejores resultados en esta prueba (Hong

Kong, Finlandia, Corea del Sur, Japón, Canadá), encontró que los rasgos comunes son tres: contratan a los mejores profesores en términos de formación académica, motivación, verdadera vocación y compromiso y capacidad de liderazgo; les dan una formación práctica y supervisan su desempeño; e intervienen cuando los resultados de los alumnos empiezan a bajar. El estudio también concluyó que el dinero y la cantidad de estudiantes por aula no son decisivos. Australia ha triplicado el gasto por alumno desde 1970 y no ha logrado alcanzar a Singapur, que gasta menos que la mayoría de los países. Estados Unidos se ubica en el tercio inferior de la clasificación, a pesar que desde 1980 casi ha doblado el gasto por alumno y ha bajado el número de estudiantes por profesor a un mínimo histórico. En este sentido, Corea del Sur tiene unas aulas con muchos estudiantes y se ubica entre los cuatro primeros países en todas las pruebas. De esta manera, la selección y formación continua de profesores y el seguimiento a los estudiantes para detectar problemas e intervenir pronto y siempre, son factores determinantes en la calidad de la formación de los niños y jóvenes.

La educación temprana es definitiva ya que en los primeros dos años de vida el niño define el 80% de su capacidad de aprendizaje, por lo mismo, la nutrición de la mujer embarazada, la del bebé en sus primeros 24 meses de vida y los estímulos tempranos que reciba son críticos. La educación pre-escolar debe mejorar y debe implantarse una política exitosa en contra de la pobreza extrema favoreciendo la calidad de la nutrición infantil y, por ende, de su capacidad de aprendizaje a futuro.

La pertinencia educativa también es fundamental. Casos como el del clúster del vino en Australia, donde se creó el Consejo para la capacitación y educación en la industria nacional del vino, encargado de coordinar, integrar y mantener estándares para la educación y capacitación vocacional, son ejemplo de cómo la oferta educativa con pertinencia se convierte en un catalizador para el desarrollo de los sectores económicos y la generación de empleo. En estas experiencias es importante el rol de los agentes locales y regionales, tanto públicos como privados, pues son ellos los que con mayor facilidad pueden identificar iniciativas, relaciones y mejoras en eficiencia por parte de las empresas, y movilizar la creación, transformación y actualización de la oferta

en capacitación e investigación de acuerdo con las demandas del sector productivo.

## LA IMPORTANCIA DEL NIVEL SUPERIOR

Una economía competitiva necesita la articulación entre la educación media y la superior, que tiene un papel decisivo para el desarrollo de destrezas laborales y formación de recurso humano calificado, y orientado a los sectores estratégicos para el desarrollo del país. Las universidades se quejan del bajo nivel de formación de los nuevos estudiantes. Así, por ejemplo, se encuentran severas deficiencias en comprensión de lectura, que en ocasiones generan situaciones cercanas al analfabetismo funcional. Otra limitación se relaciona con la expresión oral y escrita de los muchachos, ya que son escasos los colegios que en forma ordenada trabajan estas competencias con sus estudiantes. Los cambios sociales, económicos, culturales y tecnológicos plantean cada día nuevas exigencias al mundo productivo y una demanda por trabajadores más capacitados y con habilidades que les permitan desempeñarse exitosamente en el mercado laboral y generar mejoras en productividad e innovación. Lo anterior genera a su vez grandes retos para el sistema educativo peruano que debe alinearse con el Gobierno en diseñar estrategias que permitan fortalecer la educación y su pertinencia, para así mejorar la competitividad y el bienestar colectivo del país.

## INNOVACIONES PARA EL FUTURO

Estamos en la sociedad del conocimiento y algunos grandes avances, nuevos inventos y descubrimientos progresarán exponencialmente. Las universidades más prestigiosas como el MIT (Technology Review) ya identifican "lo último" y más nuevo en tecnología e investigación.

La biología (biotecnología), nanotecnología e infotecnología tienen y tendrán un protagonismo importante en los últimos progresos y adelantos alcanzados. En pocos años, la innovación tecnológica puede hacer posible hasta una segunda revolución industrial con la construcción de nanomáquinas.

## LAS DIEZ TECNOLOGÍAS AVANZADAS QUE CAMBIARÁN EL MUNDO (SEGÚN EL MIT)

1. Redes de sensores sin cables (Wireless Sensor Networks). La creación de redes compuestas de miles o millones de sensores. Las redes observarán casi todo, incluyendo el tráfico, el tiempo, actividad sísmica, los movimientos de batallones en tiempo de guerra, y el estado de edificios y puentes, a una escala mucho más precisa que antes.
2. Ingeniería inyectable de tejidos (Injectable Tissue Engineering). Para sustituir a los tradicionales trasplantes de órganos, se está a punto de aplicar un método por el que se inyecta articulaciones con mezclas diseñadas de polímeros, células y estimuladores de crecimiento que solidifiquen y formen tejidos sanos.
3. Nano-células solares (Nano Solar Cells). Puede ser que el sol sea la única fuente con suficiente capacidad para hacer que no seamos dependientes de combustibles fósiles. No obstante, atrapar la energía solar requiere capas de silicio que aumentan los costos hasta 10 veces el costo de la generación de energía tradicional. A través de la nanotecnología se está desarrollando un material fotovoltaico que se extiende como el plástico o como pintura. No solo se podrá integrar con otros materiales de la construcción, sino que ofrece la promesa de costos de producción baratos que permitirán que la energía solar se convierta en una alternativa barata y factible.
4. Mecatrónica (Mechatronics). Para mejorar todo desde el ahorro de combustible al rendimiento del mismo en sus diferentes prestaciones. Los que investigan automóviles del futuro estudian "mecatrónica", la integración de sistemas mecánicos ya familiares con nuevos componentes y control de software inteligente.
5. Sistemas informáticos Grid (Grid Computing). En los años 80, los protocolos intranet nos permitieron enlazar dos ordenadores y la red Internet estalló. En los años 90, el protocolo de transferencia de hipertextos nos permitía enlazar dos documentos, y una enorme biblioteca tipo "centro comercial" llamado el World Wide Web (la Red) estalló. Ahora, los llamados protocolos grid nos podrán enlazar casi cualquier cosa: bases de datos, herramientas de



simulación y visualización y hasta la potencia grandísima, enorme, de los ordenadores en sí. Y puede ser que pronto nos encontremos en medio de la explosión más grande hasta la fecha. Según Ian Foster de Argonne National Laboratory, "avanzamos hacia un futuro en el que la ubicación de recursos informáticos no importa". Se ha desarrollado el Globos Toolkit, una implementación "open-source de protocolos grid" que se ha convertido en un tipo estandarizado. Este tipo de protocolos pretenden aportar a las máquinas domésticas y de oficinas la capacidad de alcanzar el ciberespacio, encontrar los recursos que sean, y construirlos en vivo en las aplicaciones que les hagan falta. La computación y el código abierto, están de nuevo en alza.

6. Imágenes moleculares (Molecular Imaging). Técnicas recogidas dentro del término imágenes moleculares permiten que los investigadores avancen en el análisis de cómo funcionan las proteínas y otras moléculas en el cuerpo. Grupos de investigación en distintos sitios del mundo trabajan para aplicar el uso de técnicas de imagen magnéticas, nucleares y ópticas para estudiar las interacciones de las moléculas que determinan los procesos biológicos. A diferencia de rayos x, ultrasonido y otras técnicas más convencionales, que aportan a los médicos pistas anatómicas sobre el tamaño de un tumor, las imágenes moleculares podrán ayudar a descubrir las verdaderas causas de la enfermedad. La aparición de una proteína poco usual en un conjunto de células podrá advertir de la aparición de un cáncer.
7. Litografía Nano-impresión (Nanoimprint Lithography). En diversos sitios del mundo, se desarrollan sensores, transistores y láser con la ayuda de nanotecnología. Estos aparatos apuntan hacia un futuro de electrónica y comunicadores ultra-rápidos, aunque todavía se carece de las técnicas adecuadas de fabricación de los hallazgos logrados en el laboratorio. Según Stephen Choue, ingeniero universitario de Princeton, "Ahora mismo todo el mundo habla de la nanotecnología, pero su comercialización depende de nuestra capacidad de fabricar". La solución podría ser

un mecanismo algo más sofisticado que la imprenta, según Choue. Simplemente a través de la impresión de una moldura dura dentro de una materia blanda, puede imprimir caracteres más pequeños que 10 nanómetros. Esto parece sentar la base para nanofabricación.

8. Software fiable (Software Assurance). Los ordenadores se averían, es un hecho ya contrastado por la experiencia diaria. Y cuando lo hacen, suele ser por un virus informático. Cuando se trata de un sistema como control aéreo o equipos médicos, el coste de un virus pueden ser vidas humanas. Para evitar tales escenarios, se investigan herramientas que produzcan software sin errores. Trabajando conjuntamente en MIT, investigadores Lynch y Garland han desarrollado un lenguaje informático y herramientas de programación para poder poner a prueba modelos de software antes de elaborarlo.
9. Glucomicas (Glycomics). Un campo de investigación que pretende comprender y controlar los miles de tipos de azúcares fabricados por el cuerpo humano para diseñar medicinas que tendrán un impacto sobre problemas de salud relevantes. Desde la artrosis reumática hasta la extensión del cáncer. Investigadores estiman que una persona está compuesta por hasta 40.000 genes, y que cada gen contiene varias proteínas. Los azúcares modifican muchas de estas proteínas, formando una estructura de ramas, cada una con una función única.
1. Criptografía Quantum (Quantum Cryptography). El mundo funciona con muchos secretos, materiales altamente confidenciales. Entidades como gobiernos, empresas y individuos no sabrían funcionar sin estos secretos altamente protegidos. Nicolás Gisin de la Universidad de Génova dirige un movimiento tecnológico que podrá fortalecer la seguridad de comunicaciones electrónicas. La herramienta de Gisin (quantum cryptography), depende de la física cuántica aplicada a dimensiones atómicas y puede transmitir información de tal forma que cualquier intento de descifrar o escuchar será detectado. Esto es especialmente relevante en un

mundo donde cada vez más se utiliza el Internet para gestionar temas. Según Gisin, "comercio electrónico y gobierno electrónico solo serán posibles si la comunicación cuántica existe". En otras palabras, el futuro tecnológico depende en gran medida de la "ciencia de los secretos".

## CONCLUSIONES

En la actualidad coinciden cuatro factores importantes que justifican el desarrollo de la innovación tecnológica como una variable determinante en la competitividad:

- Una intensa competencia global creada por la rápida difusión de las capacidades de fabricación a escala mundial.
- El desarrollo vertiginoso de las TICs.
- Un cambio radical en los productos y procesos de la manufactura moderna provocado por las tecnologías avanzadas de fabricación.
- La necesidad de introducir cambios en la gestión y en las prácticas laborales, estructuras organizativas y criterios de decisión para mejorar la eficacia de las operaciones y proporcionar nuevas fortalezas competitivas e introducir nuevas oportunidades estratégicas.

## REFERENCIAS

*Machado, Fernández M. Gestión tecnológica para un salto en el desarrollo industrial, CDTI- CSIC, Madrid. 1997.997 -- p. 35-62.*

*NORTH, D. C. Y ROBERT P. T. (1973): The Rise of the Western World, Cambridge U.K. Cambridge University Press, 1999.*

*OECD (2005): Public-Private Partnerships for Research and Innovation, An evaluation of the spanish experience*

*PAVÓN MORONTE, J. y A. HIDALGO NUCHERA. Gestión e Innovación un enfoque estratégico, Ed. Ediciones Pirámide. Madrid. España. 1999*

*Porter, Michael. Estrategia Competitiva: Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia. CECSA. México 1982.*

*Porter, M.E. (1990, 1998) "The Competitive Advantage of Nations", Free Press, New York, 1990.*



# RELACIÓN ENTRE LACTANCIA MATERNA Y OSTEOPOROSIS

## *Relationship between breastfeeding and osteoporosis*

Héctor Pereda Serna\*

### INTRODUCCIÓN

*La osteoporosis es una enfermedad que está en incremento. Está relacionada con el metabolismo del calcio. Es silenciosa e invalidante.*

*Como está relacionada con el calcio, se ha difundido una falacia con el hecho que si las madres que dan de lactar, proporcionan leche (que contiene calcio) a sus hijos, las madres sufrirán de osteoporosis.*

*Jamás la naturaleza desprotege a quienes aseguran, a través de una alimentación única y especial, no solo la perpetuidad de la especie, sino que aseguran personas con todas sus posibilidades, así como también con menores riesgos de enfermedades crónicas.*

*La literatura nos muestra múltiples trabajos de investigación que demuestran que, al contrario de lo que se difunde y piensa equivocadamente, las madres que dan de lactar, están protegidas contra la osteoporosis, estableciéndose una relación indirecta: a más lactancia, menos osteoporosis.*

**Palabras Claves:** Osteoporosis, lactancia materna, calcio

#### **Lactancia materna y osteoporosis**

*Para centrar este tema tan interesante, simplemente hagamos un ejercicio mental con dos preguntas muy fáciles de responder:*

*1° Pregunta: ¿Cuándo había más Lactancia Materna? ¿Antes o ahora?*

*La respuesta lógica es: ANTES*

*2° Pregunta: ¿Cuándo ha habido más Osteoporosis? ¿Antes o ahora?*

*La respuesta lógica es: AHORA*

*Entonces, ¿La Lactancia Materna protege o evita la presencia de Osteoporosis en las mujeres que dan de lactar?*

*Este artículo trata de demostrar (por revisión de estudios científicos actuales) que hay una relación entre lactancia materna y menor riesgo de osteoporosis.*

*La naturaleza no puede desproteger a la madre que da de lactar a su hijo, pues con este acto sublime y único, se asegura la perpetuidad de la especie, no solo su supervivencia, sino con individuos de calidad y con seguridad de un desarrollo mental y físico adecuado y óptimo.*

## FUNCIONES DEL CALCIO EN EL ORGANISMO

El calcio tiene diferentes funciones en nuestro organismo:

Construcción y mantenimiento de huesos y dientes, transmisión nerviosa (impulso eléctrico), regulación de los latidos cardiacos, mantiene el tono muscular, controla la irritabilidad nerviosa, regulación de algunas enzimas, participa en la coagulación sanguínea.

## METABOLISMO NORMAL DEL CALCIO

El calcio es el mineral más abundante en nuestro cuerpo. Un adulto por término medio tiene alrededor de 1 kilo de calcio en el organismo, pero la mayoría de esta cantidad está en los huesos del esqueleto (99%), formando una matriz que le da la dureza a los huesos. El calcio intracelular corresponde al 1% y el calcio extracelular al 0.1%.

La calcemia (nivel de calcio en sangre) está estrechamente regulada con unos valores de calcio total entre 2.2 - 2.6 mmol/L (9 - 10.5 mg/d) (1). Diariamente, un aproximado de 500 mmol de calcio es intercambiado entre el hueso y el líquido extracelular en un día. La ingesta normal de calcio varía entre 500 a 1,000 mg de calcio elemental en 24 horas, la mayoría de esta cantidad ingresa por la dieta (2).

El calcio se absorbe principalmente en el duodeno y también a lo largo del tracto gastrointestinal. La absorción ocurre por dos métodos principales: un sistema de transporte saturable, activo, ocurre en duodeno y yeyuno proximal y controlado mediante la acción de la vitamina D3 o 1,25 (OH) 2D3 (Vitamina D activa); esta vitamina actúa como una hormona y aumenta la captación de calcio en el borde en cepillo de la célula de la mucosa intestinal al estimular la producción de una proteína que se une al calcio. Un segundo mecanismo de transporte es pasivo, no saturable e independiente de la vitamina D, ocurre a lo largo de todo el intestino. El calcio sólo se absorbe si está en una forma hidrosoluble (3).

## DEFICIENCIA DE CALCIO

Hay una serie de problemas que dependen de la cantidad de calcio en el organismo. Cuando se observa

deficiencias, sobre todo cuando es a largo plazo y desde etapas tempranas de la vida, puede causar:

- Osteoporosis
- Deformidades óseas: entre ellas la osteomalacia y el raquitismo. Relacionados con la deficiencia de Vitamina D
- Tetania: Espasmos musculares (calambres), generalmente producidos por niveles muy bajos de calcio en la sangre. Se produce irritabilidad de las fibras y de los centros nerviosos.
- Hipertensión arterial
- Hipercolesterolemia, Cáncer de colon y de recto.

## ¿QUÉ ES LA OSTEOPOROSIS?

La osteoporosis es un trastorno metabólico en el cual la masa ósea se reduce. Esto debilita la estructura ósea, conduciendo a un aumento del riesgo de fracturas con la más mínima tensión o esfuerzo.

Los factores de riesgo son varios, entre los cuales debemos considerar una deficiente captación de calcio o poca ingesta de calcio durante los periodos máximos de crecimiento, poca actividad física, alto consumo de café y cigarrillos entre otros. Se presenta sobre todo en mujeres, amenorreicas o postmenopáusicas (disminución normal de estrógeno en este periodo).

## LACTANCIA MATERNA Y CALCIO

Es lógico suponer que el calcio que aporta la madre a su hijo a través de la leche materna, tiene como origen el calcio de la madre. En palabras simples, la madre le pasa el calcio de ella a su hijo. Este hecho ha llevado a suponer, equivocadamente, que cuanto más leche materna le da a su hijo, más calcio "pierde" la madre. Y en consecuencia, se escucha, se lee y se repite que la lactancia materna es una causa de osteoporosis en las mujeres que cumplen con el sagrado deber de dar lactancia materna a sus hijos. Esta idea también fue favorecida (antes que salga el "CÓDIGO INTERNACIONAL DE COMERCIALIZACIÓN DE SUCEDÁNEOS DE LA LECHE. MATERNA, OMS/UNICEF, 1981") por un trabajo poco ético de algunas empresas productoras de fórmulas lácteas, consiguiendo un aumento en las ventas "para evitar este problema"

en las mujeres. Pero la idea quedó. Describiremos, con algunos resúmenes de trabajos de investigación, cuál es el mecanismo a través del cual, las mujeres que dan de lactar se ven beneficiadas (y no al revés) en relación a la osteoporosis, pudiendo decir, a la luz de estudios científicos actuales, que la **lactancia materna protege a la madre de la osteoporosis.**

### **INVESTIGACIONES QUE DEMUESTRAN QUE LA LACTANCIA MATERNA PROTEGE A LA MADRE QUE DA DE LACTAR CONTRA LA OSTEOPOROSIS**

#### **MENOR INCIDENCIA DE OSTEOPOROSIS Y FRACTURA DE CADERA <sup>(4)</sup>**

El riesgo de fractura de cadera en mujeres mayores de 65 años se reduce a la mitad si han amamantado. Si lo han hecho por 09 meses, se reduce el riesgo al cuarto.

Debido a que las madres que dan de lactar pierden calcio mientras lactan, algunos profesionales de la salud han creído (equivocadamente) que esto significa un mayor riesgo de osteoporosis para ellas.

Sin embargo, muchos estudios muestran que después del destete, la densidad ósea de las madres que lactaron vuelve a sus niveles de antes del embarazo, y en ocasiones a niveles mayores (Sowers, 1995).

A largo plazo, la lactancia da como resultado huesos más fuertes y menor riesgo de osteoporosis. De hecho, estudios recientes han confirmado que las mujeres que no lactaron, tienen mayor riesgo de fractura de la cadera después de la menopausia (Cummins, 1993).

#### **¿INFLUYEN EL EMBARAZO Y LA LACTANCIA EN LA OSTEOPOROSIS? <sup>(5)</sup>**

La resorción ósea (disminución de calcio del hueso) aumenta durante la lactancia; sin embargo durante el embarazo no se pierde masa ósea porque aumenta la absorción intestinal (aumentan los depósitos). Durante los primeros seis meses de lactancia, las madres jóvenes y sanas pierden un 5 a 7% de la densidad ósea en la columna y la cadera; pero no se han observado cambios en los huesos

periféricos, de respuesta más lenta. La pérdida se detiene a los seis meses, aunque la lactancia prosiga, y en varios estudios la masa ósea se ha recuperado completamente entre los 6 y los 12 meses de lactancia.

#### **SUPLEMENTOS DE CALCIO NO SE RECOMIENDAN**

"Se puede y se debe asegurar a las mujeres que, incluso con ingestas moderadas de calcio, no se ha observado que el embarazo y la lactancia produzcan ningún perjuicio a largo plazo para su esqueleto, ni ningún riesgo de osteoporosis a largo plazo"(5).

#### **ESTUDIO LONGITUDINAL DE LA HOMEOSTASIS DEL CALCIO DURANTE EL EMBARAZO Y LA LACTANCIA Y TRAS EL RETORNO DE LA MENSTRUACIÓN <sup>(6)</sup>**

Se estudiaron 14 mujeres entre 25 y 34 años, no fumadoras y tomando suplemento de Calcio. La duración media de la lactancia fue de 12 meses. Los autores concluyen que los mecanismos homeostáticos del equilibrio del calcio van variando.

Las necesidades del feto se cubren con el aumento de la absorción intestinal materna (a pesar de la mayor pérdida urinaria, atribuida al aumento de la tasa del filtrado glomerular); al comienzo de la lactancia el calcio en la leche se obtiene de una menor pérdida renal y de la reabsorción del hueso trabecular de la columna; pérdida que se recupera tras el retorno de la menstruación. No se conocen con exactitud los cambios hormonales responsables de estos cambios.

#### **CAMBIOS EN LA DENSIDAD ÓSEA DURANTE LA LACTANCIA <sup>(7)</sup>**

Mujeres con duración de lactancia de 6 meses o más tuvieron pérdidas de la Densidad Mineral Ósea (DMO) promedios de 5.1% y 4.8% en la columna lumbar y cuello femoral, respectivamente, comparando valores de referencia con los 6 meses postparto. Mujeres que habían amamantado 0 a 1 mes no perdieron DMO en ninguna parte de su esqueleto. La pérdida de la densidad ósea en las mujeres que amamantaron

6 meses no pudo ser explicado por las diferencias de edad, dieta, tamaño corporal o la actividad física. Entre las mujeres que amamantaron 6 meses o más, hubo evidencias de regreso a los niveles de base de la espina lumbar en 12 meses después del parto. La DMO de la columna lumbar de aquellas mujeres que siguieron amamantando más de 9 meses había aumentado.

**CONCLUSIÓN:** El periodo de lactancia materna (Menor o igual a 6 meses) está asociado con la pérdida ósea; Sin embargo, existen evidencias de regreso a valores normales de la DMO en 12 meses después del parto.

### **ESTUDIO PROSPECTIVO DE LA DENSIDAD ÓSEA DESPUÉS DE UN PROLONGADO PERÍODO DE LACTANCIA CON PÉRDIDA ÓSEA <sup>(8)</sup>**

**OBJETIVOS:** Determinar si el embarazo después de un prolongado período de lactancia restringe la recuperación de la densidad mineral ósea materna.

**MÉTODOS:** 25 mujeres habían amamantado en forma exclusiva a sus bebés durante al menos 6 meses y tuvieron un embarazo posterior dentro de 18 meses de iniciar la lactancia (estudio longitudinal). Veinte controles habían amamantado de forma similar, pero no tenían ningún embarazo posterior. Las mujeres eran sanas, nutridas y entre 20-40 años. Se midió la densidad mineral ósea mediante absorciometría de energía dual de rayos x en la columna vertebral y la cadera.

**RESULTADOS:** Casos y controles pierden densidad mineral ósea con la lactancia extendida. El primer grupo tuvieron una recuperación de la densidad mineral ósea comparable a los controles.

**CONCLUSIÓN:** Las mujeres con lactancia prolongada y un embarazo posterior, no están en riesgo de fracaso de la recuperación de hueso a niveles pre-lactancia.

### **FACTORES DE RIESGO DE LA OSTEOPOROSIS POSTMENOPAUSICA <sup>(9)</sup>**

Resumen: Cincuenta y ocho mujeres con osteoporosis postmenopáusica (fractura de deformación de

la columna vertebral) fueron comparadas con 58 mujeres normales postmenopáusica. Las mujeres osteoporóticas tenían bajos niveles de calcio total del cuerpo y contenido mineral óseo del radio, tenían menopausia precoz, fumaban y habían amamantado con menos frecuencia. También tenían niveles más bajos de estrona y estradiol, y niveles reducidos de 25-hydroxyvitamin D, 24,25-dihydroxyvitamin d y 1,25-dihydroxyvitamin D. Estos hallazgos sugieren la presencia de factores de riesgo modificables para el desarrollo de osteoporosis.

### **HISTORIA DE LACTANCIA MATERNA Y DENSIDAD MINERAL ÓSEA ALREDEDOR DE MUJERES PERIMENOPÁUSICAS <sup>(10)</sup>**

Para examinar la relación entre la lactancia y la densidad mineral ósea, se llevó a cabo un estudio transversal entre mujeres blancas, no fumadoras, perimenopáusicas, con edades entre 40-54 años. 252 mujeres completaron un cuestionario que abarcó la historia médica y reproductiva, actividad física y dieta. Se midió la densidad ósea de vértebras lumbares 2-4 con absorciometría de doble fotón y el radio distal con absorciometría de fotón único. Las mujeres con una historia de lactancia tenían 41 mg por cm<sup>2</sup> de densidad ósea superior en la zona lumbar, en comparación con la densidad mineral ósea de las mujeres que no dieron lactancia materna, también con control de paridad, actividad física masa corporal y estado menopáusico.

### **INFLUENCIA DE LA LACTANCIA MATERNA Y OTROS FACTORES REPRODUCTIVOS EN LA MASA ÓSEA POSTERIOR <sup>(11)</sup>**

La influencia de factores reproductivos en masa ósea en seis lugares del esqueleto se evaluaron en una muestra aleatoria estratificada por edad de las mujeres blancas que residen en Rochester, Minnesota. Después de considerar la edad, mujeres que nunca dieron lactancia materna, duración total de la lactancia materna y la duración de la lactancia materna por niño, no se asociaron con densidad mineral ósea reducida, pero la lactancia materna por más de 8 meses sí se asoció con mayor densidad mineral ósea en algunos lugares del esqueleto. En las mujeres que dieron de lactar, hubo un fuerte efecto protector de la obesidad, que también estaba relacionado con una serie de variables reproductivas. Mientras que los estudios en animales sugieren que el embarazo y la lactancia

pueden ser asociados con la pérdida de calcio en el esqueleto, estos datos indican que esos factores tienen poco impacto a largo plazo sobre hueso en los seres humanos.

### MENSAJE FINAL

Como vemos, hay muchas evidencias actuales que demuestran que la lactancia materna protege a la madre que da de lactar contra la osteoporosis futura.

Y solo hemos mencionado algunas, ya que existen muchos trabajos más.

Así mismo, en próximos artículos también demostraremos cómo este acto sublime de la mujer, dar de lactar, también la protege contra el cáncer de mama, contra la obesidad y como está demostrado que los niños que han recibido lactancia materna, tienen mejores índices de inteligencia, tienen menor riesgo de obesidad, asma, alergias, etc.

## REFERENCIAS

*Metabolismo del Calcio.* CIPRIANI, Enrique; Profesor Principal del Departamento de Medicina, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima Perú

Marshall, W. J. 1995. *Clinical Chemistry*, 3rd ed. Mosby, London

Devlin, T. M. 2004. *Bioquímica*, 4ª edición. Reverté, Barcelona.

Comings RG and Klineberg RJ. BF and other reproductive factors and the risk of hip fracture in elderly women, *International Journal of Epidemiology*, 2(4):684-691, 1993.

*Lancet* 1998; 352:504-5 El Instituto de Medicina USA Según *Am J Clin Nutr* 1998; 67:591. Eisman J. Relevance of pregnancy and lactation to osteoporosis? *Lancet* 1998; 352:504-5

Ritchie LD, Fung EB, Halloran BP, Turnlund JR, Van Loan MD, Cann CE King JC. A longitudinal study of calcium homeostasis during human pregnancy and lactation and after resumption of menses. *Am J Clin Nutr* 1998;67:693 - 701

*JAMA*, 1993 Jun 23-30;269(24):3130-5. Changes in bone density with lactation. Sowers M, Corton G, Shapiro B, Jannausch ML, Crutchfield M, Smith ML, Randolph JF, Hollis B. Department of Epidemiology, University of Michigan, Ann Arbor 48109-2029.

A prospective study of bone density and pregnancy after an extended period of lactation with bone loss. Sowers M, Randolph J, Shapiro B, Jannausch M. *Obstet Gynecol.* 1995 Feb; 85(2):285-9 Department of Epidemiology, School of Public Health, University of Michigan, Ann Arbor.

Risk factors for postmenopausal osteoporosis. Aloia JF, Cohn SH, Vaswani A, Yeh JK, Yuen K, Ellis K. *Am J Med.* 1985 Jan; 78(1):95-100.

Lactation history and bone mineral density among perimenopausal women. Feldblum PJ, Zhang J, Rich LE, Fortney JA, Talmage RV. *Epidemiología.* 1992 Nov; 3(6):527-31.

Influence of breastfeeding and other reproductive factors on bone mass later in life. Melton LJ 3rd, Bryant SC, Wahner HW, O'Fallon WM, Malkasian GD, Judd HL, Riggs BL. *Osteoporosis Int.* 1993 Mar;3(2):76-83.





## LA LECHE EVAPORADA Y SUS CONTRAINDICACIONES PARA LACTANTES

*The evaporated milk and their contraindications for infants*

Héctor Pereda Serna\*

### INTRODUCCIÓN

*Considerando que en estas épocas se ha incrementado el uso de la leche evaporada dentro de la dieta de los Lactantes y que los beneficios o desventajas de su uso en menores de un año de edad no están siendo difundidos, nos proponemos plantear este tema en una revisión breve pero clara.*

*Teniendo en cuenta que la alimentación infantil es muy importante, ya que marcará el futuro del lactante en muchos aspectos, dentro de los cuales debe considerarse el cognitivo, el de salud enfermedad, es que se demuestra la inconveniencia del uso de la leche evaporada durante el periodo de lactancia.*

*Debemos recordar que la leche de la madre está hecha a la medida de su hijo, cada madre produce una leche adecuada, con los requerimientos justos para un crecimiento y desarrollo ideal, proporcionándoles los nutrientes necesarios para lograr que el niño crezca y desarrolle en forma óptima. Ningún otro producto logrará este objetivo.*

**Palabras Clave:** *Leche evaporada, crecimiento, obesidad*

*¿Qué es la Leche evaporada?*

*Es la leche de vaca procesada a la cual se le ha retirado parte de su contenido natural de agua (50 a 55% aproximadamente).*

*Por lo tanto, la leche evaporada es una leche concentrada, dando como resultado que los sólidos de la leche de vaca se encuentren diluidos en menor cantidad de agua.*

*Durante el proceso de evaporación y esterilización de la leche, se producen pérdidas nutritivas por acción del calor, siendo estas variables según el tipo de proceso aplicado.*

*Si se utiliza la esterilización clásica, se producen pérdidas de vitaminas hidrosolubles (B1, B2 y B3). También se pueden perder algunos aminoácidos.*

*Si el proceso utilizado es el U.H.T., se pierden pocos nutrientes, por estar la leche poco tiempo en contacto con altas temperaturas.*

Porcentajes aproximados en dilución normal (gr/dL.)						
	Dilución normal (kcal/28g)	Proteínas	Hidratos de Carbono	Grasas	Ác. grasos poliinsaturados	Minerales
Leche materna	22	1.1	7.0	3.8	0.5 – 0.55	0.21
Leche de vaca	20	3.3	4.8	3.7	-	0.72
Leche evaporada	22	3.8	5.4	4.0	-	0.8

Composición electrolítica aproximada en dilución normal						
	(mEq/L)			(mg/L)		
	Na	K	Cl	Ca	P	Fe
Leche materna	6.5	14	12	340	150	1.5
Leche de vaca	25	35	29	1170	920	1.0
Leche evaporada	28	39	32	1300	1100	1.0

Nelson, Tratado de Pediatría. 16ª Edición

### LECHE EVAPORADA: EXCESO DE PROTEÍNAS

Las necesidades proteicas en el lactante corresponden a la suma de requerimientos para el crecimiento y la reposición de los gastos. Es importante considerar las necesidades de aminoácidos esenciales y del aporte nitrogenado, necesarios para un buen aumento del peso y de la talla.

La leche materna tiene un aporte proteico (y de aminoácidos esenciales) necesario para el lactante humano, lo que garantiza un equilibrio adecuado de las funciones fisiológicas, evitando sobrecargar el trabajo intestinal y renal, aun inmaduros, garantizando un crecimiento y desarrollo óptimos.

Está demostrado que un aporte de proteínas de 1.3 gr/dl, es suficiente para cubrir las recomendaciones internacionales, lo que garantiza un crecimiento y desarrollo similares al de los lactantes alimentados con leche materna.

¿Qué pasa cuando al lactante se le ofrece leche evaporada, con 3.8 gr/dL de proteínas?

Cuando al lactante se le ofrece leche evaporada, se le está ofreciendo un alto contenido proteico, lo que ocasiona concentraciones más altas de nitrógeno ureico, niveles mayores de creatinina y mayor concentración de aminoácidos en el plasma.

Este hecho puede alterar el transporte normal de aminoácidos esenciales, aumentando la carga renal de solutos y mayor trabajo del riñón para manejar el exceso de metabolitos, lo que puede ocasionar desbalances hidroelectrolíticos.

El aporte de nitrógeno no proteico de la leche materna representa el 20 a 25% del nitrógeno total. En la leche evaporada, este aporte es menor del 3%. Es importante tener en cuenta esta diferencia, ya que existen sustancias nitrogenadas que cumplen un papel

esencial en el metabolismo de los lactantes. Entre estas sustancias encontramos a la carnitina, la taurina y los nucleótidos.

La Carnitina tiene participación en muchos procesos metabólicos. Por ejemplo, participa en el transporte de los ácidos grasos de cadena larga a través de la membrana de la mitocondria, donde se realiza su oxidación. En la leche materna encontramos niveles de 8.5 umol o 1.5mg/100 Kcal. En la leche evaporada casi no se encuentra.

La Taurina es un aminoácido azufrado que abunda en el sistema nervioso, sobre todo en la retina y en el cerebro del lactante. También participa en la formación de las sales biliares, actúa como neurotransmisor y como antioxidante. En la leche materna se encuentra en niveles de 3.4 a 8 mg/dl y en la leche evaporada en niveles de 0.1 mg/dl.

En el caso de los nucleótidos, éstos cumplen un papel importante en la síntesis del ADN y ARN. Todos los tejidos y células de multiplicación rápida como la piel, la mucosa del intestino, sistema inmunitario, elementos formes de la sangre, necesitan sintetizar sus ácidos nucleicos y por ello, la presencia de nucleótidos es fundamental. Casi el 20% del nitrógeno no proteico de la leche humana lo constituyen los nucleótidos.

Un aumento en la ingesta de proteínas, como cuando se administra leche evaporada, está asociado con la obesidad infantil. Se estimula la secreción de la hormona IGF-1 (insulin-like growth factor), la cual incrementa la multiplicación celular, favoreciendo la transformación de los pre adipocitos en adipocitos. De esta manera, también se ha relacionado el aumento de la ingesta de proteínas con la presencia de Diabetes Mellitus tipo I, como consecuencia de reacciones inmunes cruzadas entre proteínas de la leche y antígenos de las células beta de los islotes de Langerhans.

En el suero de la leche materna, encontramos niveles altos de alfa-lactoalbúmina, importante por contener, por ejemplo, triptófano, un aminoácido esencial muy importante en el desarrollo inmunitario y del sistema nervioso. La leche evaporada contiene beta-lactoalbúmina, que es muy pobre en triptófano.

## LECHE EVAPORADA: EXCESO DE SOLUTOS

La leche evaporada contiene una mayor cantidad de solutos que la leche materna. Este exceso de solutos debe ser metabolizado por el riñón del lactante, el cual, fisiológicamente, se encuentra aún inmaduro.

Esta sobrecarga de trabajo condiciona un mayor estrés metabólico en el lactante, lo cual ha sido relacionado con un mayor riesgo de hipertensión en el futuro.

## LECHE EVAPORADA: HIDRATOS DE CARBONO

En la leche materna, la lactosa representa 90% del total de carbohidratos, de una cantidad de 6 a 7 g/dL, mientras que en la leche de vaca sólo existe 4,8 gramos por litro de carbohidratos, o sea, 4.69 g de lactosa. Es importante resaltar que la leche materna tiene proporcionalmente, comparada con la leche evaporada, menos proteína y más lactosa.

Cuando el lactante ingiere leche evaporada, por contener baja cantidad de lactosa, no es beneficiado con la presencia de galactosa (forma parte de los galactolípidos cerebrósidos, que son esenciales para el desarrollo del sistema nervioso central), ni de la acción a nivel colónico.

Un hecho importante a considerar es que cuando se administra leche evaporada, debe adicionarse sacarosa (azúcar común) para endulzar la leche. De esta manera se consiguen dos efectos:

- ⇒ Se puede incrementar el consumo de leche evaporada, con los riesgos consiguientes (mayor ingesta de nutrientes en cantidad y calidad inadecuadas).
- ⇒ La sacarosa tiene efectos negativos sobre los dientes del lactante, ocasionando la llamada “caries del biberón”.
- ⇒ La caries del biberón fue descrita por Jacobi en 1862, definiéndola como “una severa destrucción de los dientes anteriores, debido a la alimentación con líquidos, que contienen sacarosa, al momento de acostarse”.
- ⇒ Se atribuye su presencia al uso prolongado del biberón, el cual contiene algún tipo

de sustancia endulzante (principalmente sacarosa). La sacarosa permanece mucho tiempo en contacto con los dientes, se produce una acidificación del medio y luego comienza (con contribución de gérmenes), la desmineralización del diente (esmalte).

⇒ La sacarosa o azúcar común es el disacárido más cariogénico. La proliferación y colonización del estreptococo mutans es muy dependiente de los niveles altos de sacarosa.

Esta breve revisión sobre las desventajas de la leche evaporada nos hace ver lo inconveniente que es prescribirla para su uso corriente en los lactantes.

Existen otras desventajas importantes como la relación de leche evaporada y anemia del lactante por bloqueo de la absorción del hierro, el sangrado intestinal y la anemia consiguiente que conlleva el hecho del consumo de la leche evaporada, una elevada concentración de fósforo y calcio, con el riesgo de hipocalcemia debido a la proporción inadecuada que presentan en la leche evaporada.

Con estos argumentos, intentamos, una vez más, favorecer el consumo de la leche materna, alimento ideal y único para el lactante, y que el Pediatra tenga los argumentos necesarios para convencer a los padres que le soliciten una prescripción de leche evaporada, sobre las desventajas reales y demostradas científicamente que tiene su uso.

## REFERENCIAS

*M.F. Rolland-Cachera, M. Deheeger y F. Bellisle; El rebote de la adiposidad: su contribución a la obesidad de niños y adultos. Obesidad en la Infancia y la adolescencia. Nestlé Nutrition Workshop Series Pediatric Program Volume 49. 2001*

*Programa de Actualización Continua en Pediatría. Nutrición del Lactante y Preescolar en la Salud y Enfermedad: Sucedáneos de la leche materna y otras fórmulas. Academia Mexicana de Pediatría. 2001*

*Uauy Dagach, R y Olivares, S. Importancia de las grasas y aceites para el crecimiento y desarrollo de los niños. Fats and oils in human nutrition: report of a joint expert consultation, FAO Food and Nutrition Paper No. 57, 1994*

*Alimentación artificial del Recién Nacido. Dra. Pilar Fernández F. Edición Servicio Neonatología Hospital Clínico Universidad De Chile. 2001*

*Los factores inmunológicos y los otros componentes de la leche materna. Dr. Pedro Alberto Sierra Rodríguez. Revista Colombiana De Pediatría. Volumen 35 N° 3 Septiembre/2000*

*Virginia Díaz-Argüelles Ramírez-Corría, Dra. Lourdes Pupo, Dra. Carmen Porrata Maury. Elevado consumo de proteínas causa anemia en lactantes. ACTA MEDICA 2003;11(1):26-37*

*<http://www.geocities.com/levaporada.html>*

*Chavarro Orjuela, Isabel. Caries del lactante y su verdadero significado para el médico y el odontólogo. Posibles factores asociados. Pediatría. Órgano Oficial de la Sociedad Colombiana de Pediatría. Volumen 35 N° 1. Marzo 2000*

## DATOS DE AUTORES

### **PAUL PAREDES PORTELLA**

Post-grado en Economía Internacional del Instituto para Graduados de Altos Estudios Internacionales de Ginebra IUHE, en Relaciones Económicas Internacionales del Instituto de Administración Pública de Francia IIAP, Maestría en Economía y Finanzas, Maestría en Administración. Graduado en Derecho. Ha servido en las Embajadas de Finlandia, Dinamarca, Alemania, Austria e Italia. Representante del Perú en diferentes organismos FAO, FIDA, UNCTAD, OMPI. Representante Permanente Alterno ante ONUDI Y OIEA. Ha desempeñado cargos en el Área Económica en la Cancillería del Perú.

### **SANTIAGO CONTRERAS ARANDA**

Doctor en Ingeniería de Sistemas en la Universidad Nacional Federico Villareal. Maestría en Ciencias de la Ingeniería en la Universidade Federal de Rio de Janeiro (Brasil). Licenciado en Matemática en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Docente de la Universidad Cesar Vallejo y de la Universidad Nacional Federico Villareal

### **BERTHA ULLOA RUBIO**

Doctorado en la Universidad Estadual Do Norte Fluminense en Rio de Janeiro – Brasil.

Estudios de Doctorado concluido en Ingeniería de Sistemas – UNFV – Lima.

Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas y Computación en UFRJ – Brasil

Directora de Escuela de la Universidad César Vallejo Perú.

Publicación: “THE LA LIBERTAD FOOTWEAR INDUSTRIES: LOOKING FOR

COMPETITIVE ADVANTAGE”, International Conference on Industrial Logistics, 14-16 June 2012, Zadar, Croatia. Libro Publicado en Amazon

Diagnostico Socioeconómico de la Villa del Ingeniero, Cerro Pesqueda Trujillo – Perú

### **DANILO GÓMEZ PEÑAHERRERA**

Maestría en Administración de la Educación en la Universidad de Lima, Licenciado en Física en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Docente de la Universidad Peruana “Las Américas”, Universidad Nacional Federico Villareal Universidad Ricardo Palma, Universidad Alas Peruanas y Universidad Femenina del Sagrado Corazón.

### **MARCO AURELIO ZEVALLOS Y MUÑIZ**

Decano del Programa Académico de Sistemas de Energía en la Universidad Tecnológica del Perú (UTEC)

Docente de la Universidad Ricardo Palma.

### **GLADYS KUNIYOSHI GUEVARA**

Doctora en Administración de Empresas por la Universidad Nacional Federico Villareal. Magister en Psicología Organizacional e Ingeniera de Sistemas por la Universidad Femenina del Sagrado Corazón.

Estudios de Post-Grado en Japón por la Agencia de Cooperación Internacional y por la Asociación AOTS. Estudios de capacitación en Korea del Sur.

Miembro por UNIFE de la Agenda Peruana Z.O. Docente en la Universidad Alas Peruanas y en la Universidad Femenina del Sagrado Corazón.

### **EULALIA CALVO BUSTAMANTE**

Doctora en Educación en la Universidad San Martín de Porres, Maestro en Tecnología Educativa Universidad Femenina del Sagrado Corazón.

Licenciada en Educación Matemática en la Universidad Mayor de San Marcos.

Docente Universitaria en pre y post-grado en UNIFE, USMP, UAP.

**GLORIA VALDIVIA CAMACHO**

*Doctora en Ingeniería de Sistemas en la Universidad Nacional Federico Villareal. Maestría en Gestión y docente universitaria en la Universidad Femenina del Sagrado Corazón, Ingeniera Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional de Ingeniería. Consultora de empresas.*

*Docente de Pre y Post-Grado en UNIFE, UNI, UNAC, UNICA.*

**HÉCTOR PEREDA SERNA**

*Médico Pediatra por la Universidad Nacional Federico Villareal (UNIFV)*

*Estudios de Maestría en Salud Pública con mención en Gestión Hospitalaria en UNFV.*

*Docente en el Programa Académico de Nutrición y Dietética en la Universidad Femenina del Sagrado Corazón.*