

CIVILIZAR

Órgano de divulgación científica de la Universidad Sergio Arboleda Bogotá D.C. No. 4 Junio 2003



CIVILIZAR

Órgano de divulgación científica de la Universidad Sergio Arboleda | No. 4 | Jun./03

BOGOTA.,D.C.

CIVILIZAR

Órgano de divulgación científica de la Universidad Sergio Arboleda [No. 4] Jan.00

Rector:

Rodrigo Noguera Laborde

Vicerrector Académico:

Germán Quintero Andrade

Director Civilizar:

Ignacio Restrepo Abondano

Consejo de Dirección:

Germán Quintero Andrade, Jorge Vélez García,
Álvaro Cala Hederich, Reinaldo Núñez, Diana Sofía
Giraldo, Blanca Ortiz.

Comité asesor:

Jorge Londoño Ph.D (Administración y Finanzas)
Jorge Aurelio Díaz Ph.D (Filosofía y Humanidades)
Carmen Cecilia Suárez Ph.D (Pedagogía)
Rubén Sánchez Ph.D (Ciencias Sociales)
Carlos Ariel Sánchez Ph.D (Ciencias Jurídicas)

Edición realizada por el Fondo de Publicaciones
Universidad Sergio Arboleda
Calle 74 No. 14-14
Teléfonos: 3220080-3220282-5400300
www.usergioarboleda.edu.co
Fax: 3177529
Bogotá. D.C.

Coordinación, Diseño y Diagramación:

Maruja Esther Flórez Jiménez

Diseño Carátula:

Luz Amparo Escobar Marín

Suscripción anual:

Colombia: \$50.000.00
Extranjero: US\$ 25

Impresión:

JG Publicaciones.
Tel: 520 33 28 271 7136
Bogotá.D.C.

PUBLICACIONES EN CIVILIZAR

La Revista CIVILIZAR es el órgano de divulgación científica de la Universidad Sergio Arboleda. La Universidad se propone con este medio escrito, difundir temas académicos de investigación en las diversas áreas del conocimiento que manejan las Escuelas de la Institución, sean trabajos de grupo, sean individuales de profesores e investigadores.

Eventualmente la Revista también publica artículos de interés de autores ajenos a la Universidad, relacionados con los tópicos sobre los cuales trabajan nuestras unidades académicas.

Los autores de los artículos enviados para ser publicados en CIVILIZAR, deben tener en cuenta que el público de la Revista esta compuesto por académicos de universales nacionales y extranjeras, a saber: investigadores, profesores y estudiantes. A ellos se suman nuestros egresados que conservan las tradiciones intelectuales de la Universidad Sergio Arboleda y profesionales en general, interesados en temas de investigación y difusión de nuevos hallazgos científicos que les son útiles para el ejercicio profesional.

Para ser publicado en CIVILIZAR, un artículo debe responder a las siguientes características:

- 1) Ser original, lo cual significa que no ha sido publicado en otro medio ni con anterioridad, ni simultáneamente.
- 2) Ser evaluado por pares escogidos a juicio del Editor, si el artículo no ha sido previamente sometido a juicio de un grupo o de un par debidamente calificado.
- 3) El Consejo de Dirección se reserva el derecho de publicar el artículo.
- 4) Todo artículo debe contener título, breve resumen del contenido en español y un abstract en inglés, nombre del autor y resumen de su hoja de vida académica en hoja aparte; citas de pie de página, y referencias bibliográficas al final del artículo. Tanto las citas como las referencias bibliográficas deben adaptarse a las normas comunes aceptadas por esta clase de publicaciones. El Editor, en casos particulares puede exceptuar un artículo de las anteriores condiciones.

- 5) El artículo no debe sobrepasar las 30 páginas a doble espacio en tamaño carta y debe ser entregado en medio impreso y en medio magnético. En casos especiales el Editor podrá hacer excepciones en cuanto a extensión, dada la importancia del artículo.
- 6) Se encarece a los autores el cuidado en la redacción y en la claridad de los conceptos con el fin de que pueda ser leído con facilidad y comprendido cabalmente por el público objeto.

ÍNDICE

v

FUNDACIÓN MAZDA PARA EL ARTE Y LA CIENCIA DÉCIMA SEGUNDA

ENTREGA DE BECAS

Fernando Isaza Delgado

Maestría en Matemáticas en la Universidad de Strasbourg, Francia, Grado Summa Cum Laude en Ingeniería.

Ingeniero Electrónico de la Universidad Nacional de Colombia con Maestría en Física Teórica de la misma Universidad.

Ha sido profesor en la Universidad Nacional de Colombia, en la Escuela de Ingenierías y en la Universidad de los Andes.

Actualmente es Presidente de MAZDA.....1

LAS COMPRAS ESTATALES ELECTRÓNICAS

Esteban Restrepo Uribe

Abogado (facultad de Jurisprudencia, Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, 1989); Especialista en Política Internacional (London School of Economics, 1991) y Gobierno (Universidad Externado de Colombia – Columbia University (N.Y.), 1998).

Consultor y analista a nivel público y privado en políticas públicas de integración económica, con referencia especial a temas Trans Pacíficos (International Advisory Group, Trade Forum, Pacific Economic and Cooperation Council) en los Aspectos Legales de los Negocios Internacionales y en la Regulación del Comercio Electrónico y Tecnologías de la Información y Comunicación.

Profesor en pregrado y postgrado en Negocios Internacionales en Universidades de reconocido prestigio en Colombia (Universidad Javeriana, Politécnico Granacolombiano y Universidad del Rosario, actualmente).....13

EL RECURSO HUMANO FRENTE A LA GLOBALIZACIÓN

Ignacio Aguilar Zuluaga

Economista de la Universidad de los Andes, con especializaciones en Administración y Alta Gerencia.

Ha ejercido entre otros, los siguientes cargos: Decano de la Facultad de Economía de la Universidad de Santo Tomás;

CIVILIZAR

*Vicerrector del Colegio de Estudios Superiores de Administración (CESA); catedrático de la Universidad del Rosario y de los Andes; Vicepresidente de Bavaria, S.A., Acerías Paz del Río, S.A., y, Director de la Organización Corona. Actualmente es profesor de tiempo completo de la Universidad Sergio Arboleda.....*33

EL SEMICÍRCULO DE LA UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

Reinaldo Núñez

Director de la Escuela de Matemáticas de la Universidad Sergio Arboleda, con estudios de : Maestría en Docencia de la Matemática de la Universidad Pedagógica Nacional, con especialización en: Estadística, Universidad Nacional y Docencia e Investigación Universitaria, de la Universidad Sergio Arboleda

Jesús Hernando Pérez

Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad Nacional de Colombia; Diploma en Estudios Avanzados, Universidad Louis Pasteur; Estrasburgo (Francia); Profesor Emérito de la Universidad Nacional; Actualmente es profesor investigador de Tiempo Completo de la Universidad Sergio Arboleda

Carlos Luque

Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad Pedagógica Nacional, con Maestría en Matemática de la Universidad Nacional y, Maestría en Física de la Universidad Pedagógica Nacional. Actualmente, es Profesor titular de la Universidad Pedagógica Nacional y profesor catedrático en la Universidad Sergio Arboleda.

Juan Carlos Arévalo

*Estudiante de la Escuela Matemáticas de la Universidad Sergio Arboleda, Profesor de Matemáticas del Instituto Alberto Merani.....*47

¿OF/WNL, LBVs OR W – R?

Bianca Basso Ortiz

Astrónoma (Universidad de Texas en Austin). Investigadora Principal del Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda.

John Jairo Parra Pérez

Ingeniero de Sistemas (Universidad Autónoma de Colombia). Procesamiento de datos y operación del telescopio del Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda

Raúl Andrés Joya Olarte

*Ingeniero mecánico y Especialista en Astronomía. (Universidad Nacional de Colombia); Director del Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda.....*67

SOPOI-CCD

CONSTRUCCIÓN DE SOFTWARE PARA EL PROCESAMIENTO OPERACIONAL DE IMÁGENES SOPORTADAS EN UNA CÁMARA CCD.

John Jairo Parra Pérez

Ingeniero de Sistemas (Universidad Autónoma de Colombia).

Procesamiento de datos y operación del telescopio del

Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda.....77

LA OPERACIÓN PEGAMIENTO Y EL CUADRADO DE NÚMEROS NATURALES

Primitivo Belén Acosta Humánez

Ingeniero Telemático. Estudiante de la Escuela de Matemáticas de la Universidad Sergio Arboleda; Candidato a Especialista en Matemática Aplicada de la Universidad Sergio Arboleda y Magister en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional.

Actualmente es profesor de la Universidad Sergio Arboleda, de la Fundación Universitaria Konrad Lorenz y de la Universidad Pedagógica Nacional.....85

TENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DOCENTE

Carmen Cecilia Suárez Mantilla

Ph.D. de la Universidad de Florida State,

Tallahasse en Planeación y Evaluación Educativa;

tiene una Maestría en Psicología Educativa de la Universidad

Católica de Washington, U.S.A; Directora de la Especialización en

Docencia e Investigación de la Universidad Sergio Arboleda y

asesora del proceso de Acreditación.....99

F

UNDACIÓN MAZDA PARA EL ARTE Y LA CIENCIA*

1

Fernando Isaza Delgado

RESUMEN

Matemáticos y físicos, desde los albores de estas disciplinas han formulado problemas y conjeturas que muy posteriormente y gracias a herramientas nuevas y desarrollo insospechados han encontrado alguna respuesta. La geometría en los griegos; las matemáticas en el Renacimiento y en la modernidad han formulado problemas que reciben soluciones complejas. Y aún a comienzos del nuevo Milenio se siguen formulando problemas científicos de difícil solución.

ABSTRACT

In the beginning of sciences, such as mathematics and physics, all long to the academic history, from the ancient greeks to the modern mathematicians, there was a great deal of scientific questions or solved much later with different scientific tools. Right now, in the beginning of the third Millennium, scientist ask for solution to complet modern problems of physics.

PALABRAS CLAVES

Matemáticas, física, geometría, ecuaciones, problemas, conjeturas, hipótesis, teorías, demostraciones, soluciones.

FUNDACIÓN MAZDA PARA EL ARTE Y LA CIENCIA DÉCIMA SEGUNDA ENTREGA DE BECAS, MARZO 18 DE 2003

La entrega de becas de la "Fundación Mazda para el Arte y la Ciencia" del año 2003 coincide con un aniversario de especial significado para la Compañía Colombiana Automotriz, los 20 años de la iniciación del ensamble de vehículos

*El doctor José Fernando Isaza Delgado, Presidente de la Fundación Mazda, cedió para su publicación en la Revista CIVILIZAR, el discurso que pronunció con oportunidad de la décima segunda entrega de becas, marzo 18 de 2003.

Mazda por parte de la empresa gestora y financiadora de la "Fundación". En las próximas semanas directivos japoneses de la casa matriz Mazda visitarán a Colombia, renovando en esa forma, su decisión de permanencia en el país con nuevas inversiones y ofreciendo productos con las tecnologías de punta cada vez más apropiadas.

En esta ocasión quiero referirme a un tema que ha acompañado el quehacer de los matemáticos y los físicos desde los albores de estas disciplinas; la formulación de problemas y de conjeturas. Con sobrada razón se afirma que en esas disciplinas es posiblemente más importante formular un buen problema que obtener su solución. Casi siempre los nuevos caminos que se abren en la búsqueda de respuestas son más enriquecedores que estas mismas. Generalmente los problemas adecuados dan origen a desarrollos insospechados en diferentes áreas de las matemáticas. Un problema que sea un reto obliga a crear herramientas nuevas para su solución y esta puede encontrarse en áreas de la matemática diferentes a aquella en la cual fue formulado.

LOS GRIEGOS

Los maestros indiscutibles en formular problemas de sencillo enunciado y de difícil solución fueron los pensadores de la Grecia clásica. Los tres problemas más notables fueron generados en el área de la geometría plana, pero su solución trascendió la geometría y la respuesta se halla en la teoría de grupos y los campos algebraicos.

Estos problemas buscan definir métodos de construcción teórica, de figuras geométricas, empleando solamente la regla y el compás. Son ellos la duplicación del cubo, la trisección del ángulo y la cuadratura del círculo.

DUPLICACIÓN DEL CUBO

Se pide, conociendo el lado de un cubo, construir la arista de otro cuyo volumen sea el doble del primero. La primera referencia a este problema se encuentra en Eudoxios en el siglo VI A.D. Este problema se conoce como la construcción Deliana, en referencia a la solicitud del oráculo de Delfos de duplicar el altar de Delios, el cual naturalmente tenía forma de un cubo. La solución analítica es simple, se reduce a calcular la raíz cúbica de 2. Sin embargo, pasaron más de 2.500 años para que pudiera demostrarse que con regla y compás no es construible esta raíz. La solución inicial se le debe a Schoenemann's y posteriormente Gauss la simplifica notablemente.

TRISECCIÓN DEL ÁNGULO

Es bien conocida la sencilla construcción de dividir un ángulo en 2,4,8, etc. en partes iguales. Era natural preguntarse si es posible dividirlo en tres partes iguales. Transcurren 25 siglos de haberse formulado para demostrar que es imposible la solución para un ángulo arbitrario. Gauss prueba que trisectar con regla y compás un ángulo de 60° implica construir la raíz de una ecuación de tercer grado y no es posible realizarlo con estos instrumentos. Estos sólo permiten la determinación de números racionales y números algebraicos que sean raíces de ecuaciones reducibles en el campo de números racionales ampliado con radicales.

CUADRATURA DEL CÍRCULO

A diferencia de lo que creen algunos formadores de opinión, no pedían los griegos realizar un absurdo, hacer un círculo cuadrado. Es claro que no eran estúpidos, simplemente buscaban, empleando los utensilios de los masones, construir un cuadrado cuya área sea igual a la de un círculo. En términos equivalentes construir un segmento de recta de longitud Π . Valores aproximados es fácil construirlos por ejemplo el número $355/113$ difiere de Π en menos de una millonésima y es imposible distinguirlo de este, aún con buenos instrumentos de medida. Una figura geométrica llamada los "lúnulas de Hipócrates" cuyo perímetro son arcos de círculo admite "cuadratura", es decir puede obtenerse un cuadrado de área igual a los lúnulas. Esto alentaba la posibilidad de obtener un procedimiento para "cuadrar" el círculo. La solución a este problema y otra vez por la negativa la obtiene Charles Hermite en 1873 al demostrar que el número Π no es solución de ninguna ecuación algebraica de coeficientes enteros.

Otro tópico de interés en la geometría clásica era definir cuales polígonos regulares eran construibles con regla y compás. La construcción del triángulo, del hexágono, del cuadrado es elemental, para realizar el pentágono se requiere más sofisticación e involucra la relación favorita de los arquitectos griegos y pintores renacentistas, la razón áurea. La leyenda quiere, que el examen de admisión para el ingreso a la academia pitagórica fuese la construcción del pentágono. Aunque algún imaginativo y distinguido matemático colombiano, en un ensayo sobre "la división ritual del círculo por los chibchas" afirma que nuestros ancestros conocían la solución del problema pitagórico, no hay evidencia de esto. La solución general al problema se debe a Gauss (1777-1855), quien a los 18 años demostró que sólo son construibles los polígonos cuyo número de lados sea el producto de una potencia de 2 y números primos de la forma de $2^n + 1$, de esto se deduce que no es posible, por ejemplo, construir el polígono de 7 lados –el heptágono regular–, pero si el de 17 lados.

EL RENACIMIENTO

La actividad matemática en Europa sufre lo que podemos llamar una catalepsia que se extiende durante toda la Edad Media. Por el contrario en las culturas islámicas e hindúes este quehacer es activo. Esto explica la ausencia de problemas en Europa hasta bien consolidado el Renacimiento.

Los problemas originados en el Renacimiento comparten con los de los griegos en que es fácil su comprensión para quienes tuvieran una cultura matemática básica. Sin embargo, a medida que se avanza en la historia, y en particular en los últimos 100 años es cada vez más reducido el porcentaje de las personas que comprenden el significado de cada uno de los términos que componen el enunciado de los problemas contemporáneos.

Entre los más conocidos problemas del Renacimiento merecen citarse:

SOLUCIÓN DE ECUACIONES ALGEBRAICAS - Los métodos para hallar las raíces de la ecuación de primero y segundo grado eran conocidos desde los sumerios y hoy en día por los estudiantes de 8 grado. El reto de los algebristas era encontrar una expresión que sólo involucrara las operaciones aritméticas y los radicales para expresar las raíces de una ecuación de grado superior a 2. En 1543 Tartaglia encuentra la solución para algunos casos particulares de la de tercer grado, Cardan y posteriormente Vieta encuentran la solución a la ecuación cúbica general. Federico Ferrari publica un método general para la ecuación de cuarto grado. El problema siguiente era obvio: expresar con las operaciones aritméticas y radicales la solución de las ecuaciones de grado quinto a mayor. Como es usual en matemáticas la respuesta se encuentra por la negativa. En 1826 el noruego Henrik Abel demuestra que es imposible expresar las raíces de las ecuaciones generales de grado 5 ó mayor. Su trabajo y el Galois para afrontar este problema dieron origen a la teoría de grupos.

PROBABILIDAD - Se le atribuye a Antoine Gombaud, conocido como el "Caballero de Méré" el planteamiento de unos problemas de azar a Blaise Pascal. Su elemental solución es el origen de los trabajos de probabilidad. El caballero era un buen tahúr pero mal calculador de las ventajas, siempre creyó que era más probable obtener al menos un doble as en 24 lanzamientos de dados que al menos un as lanzando cuatro dados.

TEOREMA DE FERMAT - Amplia fue la difusión que se dio en 1994 a la demostración de Andre Wiles al problema que ocupó durante más de 300 años a los mejores matemáticos. Demostrar que la igualdad $a^n + b^n = c^n$. No es

posible si, a, b, c son números enteros y n es un número entero mayor que 2. Si n es igual a dos la solución se conoce como las ternas pitagóricas. En su solución emplea las más delicadas técnicas de las funciones elípticas y resultados muy finos de funciones modulares.

Por ser mayor de 40 años Wiles no fue postulado a la Medalla Fields a la cual se hubiera hecho acreedor con sobrados méritos.

PROBLEMAS DE LOS TRES CUERPOS - Luego de la muerte de Newton, Jean Bernoulli en 1710, uno de los nueve famosos, resuelve la ecuación diferencial que describe la trayectoria de un planeta alrededor del sol –problema de los dos cuerpos–. El problema siguiente era determinar la trayectoria que siguen tres cuerpos bajo la acción de la ley de gravitación universal. Se refiere a cuerpos celestes y en ningún momento hace referencia al mínimo número de cuerpos que componen una orgía. Su solución conduciría a la siguiente pregunta ¿Cuál es la trayectoria, en el largo plazo, de los astros del sistema solar? En esta forma se podría contestar la pregunta ¿Es estable el sistema solar? El problema es tan apasionante que bien merecía dotarlo de un premio. Para conmemorar en 1890 los 60 años del rey Oscar II de Suecia y Noruega, un concurso es organizado, se premiará a quien responda analíticamente la pregunta ¿Es estable el sistema solar? Henry Poincaré, encuentra la solución y oh! sorpresa, otra vez por la negativa. No es posible resolver las ecuaciones diferenciales que expresan las trayectorias generales de tres cuerpos sujetos a la fuerza gravitacional, con mayor razón no es posible encontrar analíticamente las trayectorias de los cuerpos celestes del sistema solar. Su trabajo da origen a las teorías del caos, estimula el desarrollo de la topología y entierra el determinismo Laplaciano.

Puede pensarse que el origen de los premios Nobel se halla en el éxito del concurso del rey Oscar II. Muchos se preguntan por qué no hay premio Nobel de matemáticas. Algunas mentes perversas dan la siguiente explicación: Alfred Nobel tenía una bella amiga italiana y la chismografía europea decía que también compartía mesa, techo y lecho con Gösta Mittag-Leffler, uno de los más originales matemáticos en el tránsito del siglo XIX al XX. Cualquiera que fuera el jurado para elegir o postular candidatos al Nobel de Matemáticas les hubiera sido imposible no postular u otorgar el Nobel a Mittag Leffler. Para mantener la reputación de los personajes, en buena hora, este chisme ha sido rechazado por matemáticos de la talla de Hörmander y Garding.

En matemáticas existe un reconocimiento de mayor significado, la "Medalla Fields" que se otorga cada cuatro años en el Congreso de Matemáticas bañado en buenos vinos y excelente comida.

CLASE DE HONOR

En el Congreso Internacional de Matemáticas celebrado en París en 1900, David Hilbert propuso 23 problemas que en su opinión ocuparían buena parte del quehacer matemático del siglo XX. El término "clase de honor" hace referencia a que quien resuelva un problema de estos, bien merece pertenecer a la "Clase de Honor".

A diferencia de los problemas griegos y renacentistas, los problemas de Hilbert por su nivel de abstracción ya no son tan populares. El espectacular desarrollo de la matemática después de Newton hace que cada vez menos personas puedan conocer todas las áreas de este divertimento. Tal vez el último matemático que pudo exclamar "Lo sé todo" fue Euler y en parte porque desarrolló directamente la mayor parte del cálculo y el análisis.

Es interesante mencionar que en la actualidad el nivel de conocimiento de las áreas de la matemática de un buen bachiller abarca casi la totalidad de lo conocido hasta la época de Newton, incluido el núcleo de los trabajos de este pensador.

Entre los problemas hay unos de fácil enunciado y comprensión, por ejemplo, demostrar sin recurrir al cálculo integral, o al método de la exhaución, la igualdad del volumen de dos tetraedros de igual base y de igual altura, o demostrar utilizando solamente los axiomas de Euclides que la línea recta es la menor distancia entre dos puntos.

Otros problemas tratan áreas de lógica y fundamentación de las matemáticas y la física teórica. El más significativo es demostrar la consistencia de los axiomas de la Aritmética. Su solución por la negativa se le debe a Gödel. Su resultado conocido como "Principio de la indecibilidad" puede enunciarse así: en cualquier sistema axiomático del cual se deduzcan los números naturales con las operaciones de suma y multiplicación, o bien existen proposiciones imposibles de demostrar si son ciertas o falsas, o pueden deducirse proposiciones contradictorias. Edgar Morin propone enfrentar las incertidumbres derivadas de este resultado del fin del determinismo y de la mecánica cuántica con estas palabras: "La educación debe enseñar a navegar en el océano de incertidumbres a través de archipiélagos de certeza".

En 1963, Paul Cohen resuelve el denominado problema de Cantor –hipótesis de continuo–. No hay un número cardinal que sea menor que el cardinal de los números reales y mayor que los números naturales. Cohen demuestra que la

afirmación que no existe conjunto cuyo cardinal tenga esa propiedad o la contraria que si existe un conjunto con un cardinal entre el aleph cero y aleph uno es independiente de los axiomas de la teoría de conjuntos. En 1966, Cohen recibe la Medalla Fields.

Preocupación continua de los físicos y los matemáticos es la denominada "Axiomatización de la Física", a pesar de los esfuerzos de Hamilton, Lagrange, y más recientemente Feynman y Landau, el problema sigue sin solución rigurosa. En los años 70, Alexander Grothendiech, luego de dar las bases sólidas a la geometría diferencial a la geometría algebraica, a la K- teoría y a la topología algebraica, anuncia que va a emprender el camino de formalizar la física, sin embargo, sus intereses en política radical y algunos retazos de fundamentalismo ecológico lo alejan de esta tarea. En esta área no puede dejar de mencionarse el trabajo de la matemática Emile Noether quien demuestra que existe una correspondencia entre las leyes de la conservación y las simetrías. A cada simetría le corresponde una ley de conservación, por ejemplo, la simetría de rotación implica la conservación del momento angular, la traslación la conservación del momento lineal.

Otros problemas de Hilbert se refieren a la posibilidad de diseñar algoritmos "eficientes" para resolver ecuaciones diofánticas, la solución nuevamente es por la negativa. Una serie de problemas se refiere a propiedades de Grupos de Lie, a topología algebraica, a la analiticidad de las soluciones de ecuaciones derivadas del cálculo de variaciones, y a la trascendencia de ciertos números.

Bien conocido es el problema denominado "Hipótesis de Riemann" que consiste en demostrar que todos los ceros de la función zeta de Riemann están sobre la recta $X = 1/2$. Recientemente se anunció que un matemático colombiano había demostrado la hipótesis, el trabajo serio, denso y original en realidad traslada la hipótesis de Riemann a la conjetura que un cierto sistema ortogonal es completo.

Años atrás el matemático francés Alain Connes (Medalla Fields) diseña un sistema de ecuaciones que especifica un sistema cuántico, el cual involucra todos los números primos y demuestra que el sistema tiene los niveles de energía que corresponden a los ceros de la función Zeta, si puede demostrarse que no hay otros ceros diferentes a los de los niveles de energía, la hipótesis de Riemann queda demostrada.

Es sorprendente cómo este problema involucra áreas de teorías de números, de funciones analíticas, de física teórica; más recientemente se ha conjeturado que la distribución de los ceros es caótica.

El estado actual de los problemas de Hilbert se resume así:

16 han sido solucionados

4 requieren precisar el alcance de su enunciado

3 no se han solucionado. La hipótesis de Riemann - Matematización de la Física, Topología algebraica de curvas y superficies.

LOS PROBLEMAS DEL MILENIO

En el año 2000 la Fundación Clay anuncia un concurso de siete problemas con un premio de US\$1 millón para quien solucione uno de los problemas propuestos. Esta Fundación es creada por London Clay, quien aporta un fondo de US\$90 Millones para su sostenimiento y pago de los premios.

Esta generosa contribución le ha permitido a la Fundación realizar seminarios, divulgar sus objetivos y vincular matemáticos de la talla de Alain Connes, Michael Atiyah, John Tuti, Ian Steward.

Por alguna razón ni Hilbert ni Clay proponen la denominada coyuntura de Golbach "Todo número puede expresarse como la suma de dos números primos", uno de los pocos problemas de enunciados comprensible pero de endiablada búsqueda de solución.

Como se mencionó atrás, a medida que avanzan las matemáticas y la física el nivel de abstracción se va haciendo mayor, y se hace más difícil explicar los problemas a los no especialistas, los de Clay no son la excepción.

En un intento de síntesis, que espero no fallido, voy a resumir su enunciado.

HIPÓTESIS DE RIEMANN - Es el único de los problemas de Hilbert que se acoge como problema del Milenio.

LA TEORÍA DE YANG-MILLS Y LA HIPÓTESIS DEL VACÍO DE LA MASA "MASS GAP" - La infructuosa búsqueda de una teoría unificada de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza, la electromagnética, la débil, la fuerte y la gravitatoria, ha obligado a desarrollar novedosas teorías físico matemáticas.

Uno de ellos es la "Teoría Cuántica de Campos", la complejidad de la matemática que emplea se expresa así. La Teoría Cuántica de Campos es física del siglo XX que emplea matemática del siglo XXI. El problema propuesto es el

siguiente: demostrar en cualquier grupo compacto las ecuaciones de Yang-Mills en el espacio euclídeo de cuatro dimensiones tienen una solución que predice la existencia del vacío de masa (mass gap). Es decir existe un número de energía diferente de cero en el vacío.

EL PROBLEMA P vs NP - No todos los problemas para los que existe un algoritmo de solución pueden efectivamente calcularse con la ayuda de un computador por rápido que este sea. Si el tiempo de cálculo excede lo razonable (digamos un millón de años) el algoritmo no es computable. Esto explica la sensación de seguridad de las transacciones por Internet. El número de operaciones para factorizar el número una clave encriptada que sea el producto de dos primos "grandes", aún suponiendo que un computador eficiente ejecute miles de millones de operaciones por segundo, determina que el computador con un algoritmo simple demore millones de años en encontrar la respuesta. Sin embargo, día a día se encuentran algoritmos eficaces que permiten factorizar en tiempos millones de veces más cortos.

El problema del vendedor ambulante ilustra el tema: un vendedor debe ir a 100 ciudades, cual es la ruta más eficiente? Sin una estrategia, el número de posibles rutas asciende a 100 factorial y el tiempo de cálculo excede con creces la edad del universo. En este caso existen estrategias que simplifican el número de operaciones. En el ejemplo anterior el número de operaciones lo caracteriza como de complejidad exponencial, y el tiempo de solución crece exponencialmente con el número de parámetros, la pregunta es si existen estrategias de complejidad polinomial que permitan resolver en tiempos razonables problemas generales de complejidad exponencial.

El problema siguiente parece un inocente tema de física de fluidos, la ecuación de Navier Stokes:

$$\frac{\partial \vec{\mu}}{\partial t} + (\vec{\mu} \cdot \nabla) \vec{\mu} = \vec{\mu} - \nabla^2 \varphi - \text{grad} p;$$
$$\text{div } \vec{\mu} = 0$$

Se pide encontrar la solución analítica.

La topología aporta el problema denominado "La Conjetura de Poincaré" en términos pintorescos consiste en encontrar una deformación continua que transforme una donna en una taza de café.

La Conjetura de Birch Swinnerton-Dyer, trata de las funciones elípticas en el campo de los números racionales y la pregunta se refiere a encontrar las

condiciones para las cuales el número de puntos racionales en las curvas es infinito. Este problema está directamente relacionado con la hipótesis de Riemann y con el problema de Fermat.

La Conjetura de Hodge incursiona en el abstracto campo de la cohomología de las variedades algebraicas.

MATEMÁTICAS SIN LÍMITE - En el año 2001, 83 matemáticos y físicos escribieron sobre el estado de las investigaciones, que en su opinión son las más interesantes de su campo. Los temas que sobresalen son, Matemática Experimental, Teoría Cuántica de Campos, Sistemas Dinámicos no holomónicos, Neurociencia computacional, Aspectos computacionales de la teoría de números, Modelajes de sistemas cardiovasculares.

Entre los autores pueden citarse Gerd Faltings y Maxim Kontsevich, galardonados con la Medalla Fields en 1998 y 1986 por sus trabajos en teoría cuántica de campos y geometría aritmético-algebraica.

Muchos otros problemas interesantes están sin resolver. A quienes trabajamos en los Sistemas Dinámicos no Lineales, nos sorprende la dificultad que existe en demostrar que los ejemplos de atractores extraños son en realidad extraños y no simplemente trayectorias de periodo largo. Se puede demostrar que con probabilidad igual a 1 que son extraños, pero no hay una demostración analítica en un caso específico. Algo similar ocurriría con los números trascendentes, un número real obtenido al azar es con probabilidad uno trascendente, demostrarlo en casos específicos es bien difícil.

Algunos otros problemas tienen una indiscutible utilidad, por ejemplo construir un modelo consistente de la temperatura atmosférica que involucre el efecto de invernadero, la oscilación del eje de la eclíptica y el feedback de la atmósfera considerada esta como un organismo vivo. La importancia es crucial, los diferentes modelos parciales dan resultados que pueden ser no significativos y sobre estos se han definido los protocolos de Kyoto.

En un intercambio de opiniones con el profesor Rodolfo Llinás, ante la encrucijada a la que llegó la matemática en el siglo XX con la ruptura del concepto de certeza y la desaparición del determinismo, planteó que hipotéticamente hubiera sido posible concebir una evolución diferente de la lógica y la matemática y que posiblemente si la humanidad, o mejor la civilización en sus albores hubiera desarrollado una "Lógica Difusa" con prevalencia sobre la lógica Aristotélica,

talvez la matemática hubiera evolucionado por otros caminos en los cuales el principio de indecibilidad y de no computabilidad no se hubieran dado. Se tendrían otros caminos, otros callejones. El tema es apasionante.

En esta larga lista de problemas sólo los he tocado en la superficie, hay temas y trabajo para largo rato, los desafíos son apasionantes y ustedes señores becarios tienen la juventud, la inteligencia y las ganas para aspirar a pertenecer a la clase de honor.

Antes de recibir una injusta crítica por no haberme referido a los becarios de música, déjenme hacer la siguiente reflexión.

El concierto que ahora vamos a escuchar no sólo es de mayor duración que mis palabras, sino que con absoluta seguridad va a ser más disfrutado. Ustedes, becarios de música tienen una ventaja sobre quienes trabajan en física o en matemáticas, su quehacer estimula directamente sensaciones y conduce a diferentes estadios de satisfacción, sin que necesariamente quienes los escuchan tengan entrenamiento formal en música.

Si en la entrega de las becas, a continuación de mis palabras de felicitación, y perdónenme mis colegas, se anunciara que en lugar del concierto tuviera lugar la lectura de las tesis de quienes reciben las becas de física teórica o matemática pura, con alta seguridad no estaríamos en un teatro sino en una pequeña sala.

Le seguiremos apostando a la ciencia y a las artes, no nos preocupa su rentabilidad ni su utilidad, creemos que viviremos en un país mejor a medida que la juventud esté de igual a igual con los artistas y científicos del mundo más desarrollado, la globalización no es el mercado de objetos, es la libre circulación de ideas y ojalá la de tolerancia y de solución pacífica de conflictos nos permeen y encontraremos caminos más humanos que seguimos matando y ahogando la posibilidad de modernizar la política alegando justificaciones insurreccionales o intolerancias estatales. La convivencia se obtendrá construyendo una mayor democracia y no reduciendo los atisbos de ella.

C

OMPRAS ESTATALES ELECTRÓNICAS

13

Esteban Restrepo Uribe¹

RESUMEN

Este documento alega que el régimen legal actualmente aplicable a las actuaciones y actividades de la administración pública y en particular a la contratación estatal son una plataforma suficiente para la implementación de políticas públicas de gobierno electrónico y de compras estatales electrónicas en particular, porque la ley 80 de 1993, actual estatuto vigente de la contratación pública no limita, ni prohíbe el uso de tecnologías de información, ni exige requisitos que hagan imposible o restrinjan el uso de dichas tecnologías. Porque la ley 80 de 1993 incluye los estándares mínimos para la implementación de sistemas de compras estatales electrónicas y la Ley 527 de 1999 da base legal suficiente a los documentos electrónicos, a la transmisión electrónica de datos y a todo lo relacionado con las firmas digitales.

ABSTRACT

This paper argues that the present legal regime applicable to the activities and procedures of the Public Administration in Colombia, and particularly to Government contracting, is a sufficient platform for the implementation of electronic government and in particular of electronic government procurement because Law 80 of 1993, the Colombian government contracts Act, does not limit, neither it prohibits the use of information technologies, nor it imposes limits restricting or making impossible the use of such technologies. Law 80 of 1993 actually provides for the minimum standards required for the implementation of electronic government procurement and Law 527 of 1999 (Colombian electronic Commerce Act) provides the legal basis for electronic documents and transactions and digital signatures.

¹ Abogado (facultad de Jurisprudencia, Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario, 1989) especialista en Política Internacional (London School of Economics, 1991) y Gobierno (Universidad Externado de Colombia - Columbia University (N.Y.), 1998). Consultor y analista a nivel público y privado en políticas públicas de integración económica, con referencia especial a temas Trans Pacíficos (International Advisory Group, Trade Forum, Pacific Economic and Cooperation Council).

PALABRAS CLAVES

Sistemas de compras estatales electrónicas; tecnologías de información; contratación oficial; globalización; regulación del Comercio Electrónico; Agenda de Conectividad; eficiencia; transparencia; efectividad.

PRESENTACIÓN

La implementación exitosa de los sistemas de compras estatales electrónicas no se resuelve con la difusión en internet de las oportunidades para contratar con la administración pública, ni resuelve el tema del gobierno electrónico. A su vez, las estrategias y programas en esta área no deben absorber el espectro de las políticas públicas en materia de tecnologías de la información y la comunicación —que a su vez solamente son un apéndice de la llamada sociedad del conocimiento.

De hecho, la presentación es exactamente al revés. Dado un escenario en el cual el Gobierno en una economía dada aspira a que todas las actividades individuales y colectivas, públicas y privadas, estén basadas en el conocimiento, a través de la diseminación eficiente de la información que lo contiene mediante la masificación del acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, lo mínimo que se espera del gobierno es que dé ejemplo y transmita confianza mediante la asimilación de las mismas en todas sus actividades y naturalmente la contratación es uno de estos campos.

En este sentido las compras estatales electrónicas comprenden la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación en todos los aspectos relacionados con la formación, ejecución y liquidación del negocio jurídico contractual cuando en él participa la administración pública o cuando su objeto consiste en la provisión de bienes públicos económicos. Dicha aplicación supone un número de cuestiones muy amplias relacionadas con los aspectos técnicos y logísticos de dichas tecnologías, con su aprovechamiento óptimo en este campo y los índices y variables necesarios para determinar su aprovechamiento óptimo, los riesgos tecnológicos y la plataforma legal aplicable.

Este ensayo se enfoca en el último aspecto propuesto y específicamente se enfoca en el régimen legal colombiano. Argumenta que las disposiciones actuales de la Ley 80 de 1993, del Decreto 2127 de 2002 y de la Ley 527 de 1999 proveen un marco legal suficiente para la implementación exitosa de los sistemas de compras estatales en Colombia.

Para desarrollar este argumento primero se discute el rol de los gobiernos en la globalización, en función de la revolución de las telecomunicaciones. Luego, las vicisitudes que se presentan alrededor de la reglamentación de las transacciones electrónicas y en general del comercio electrónico, del derecho comparado y las condiciones particulares del sistema legal colombiano. Finalmente se discutirán algunos problemas jurídicos particulares.

LOS DESAFIOS DEL ESTADO PARA LA GLOBALIZACIÓN

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA GLOBALIZACIÓN

Uno de los temas más difíciles de mencionar hoy en día es el de la globalización, porque es mucho lo que se ha dicho y los argumentos tienden a extremarse: o usted ama la globalización y supone que es lo mejor que ha podido ocurrirle a la especie humana, o la odia y detesta, encontrando en ella la causa de toda clase de problemas. Y encuentra el lector interesado una avalancha de literatura panfletaria, propagandística y superficial, sesgada hacia uno u otro extremo.

Por lo anterior, es necesario tomar distancia y buscar aproximaciones críticas y en lo posible objetivas. En este sentido, encuentro particularmente sugestivos los planteamientos de dos profesores del London School of Economics: Anthony Giddens y John Gray. Aunque tienen puntos de vista divergentes sobre los efectos de la Globalización –el marcado optimismo del primero contrasta con el desencanto del segundo– ambos coinciden en la necesidad de reconocer la inevitabilidad de la globalización –con sus retos y oportunidades– y en que una de las variables que la identifican es la expansión del uso de las tecnologías de la información alrededor del globo, lo que ha permitido la integración e interconexión cultural, económica y política a nivel global, que caracteriza a estas culturas.

EL PODER POLÍTICO EN LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

Históricamente, uno de los elementos que han caracterizado el poder político fue el control de la información, como medio de difusión y expansión del conocimiento: durante la consolidación del Estado Nación en Europa, como estrategia para separar los ámbitos del poder civil respecto del poder de la Iglesia; en el siglo veinte, por el carácter estratégico de las telecomunicaciones.

La habilidad del Estado para controlar la difusión del conocimiento ha sido limitada de alguna manera por dos fenómenos relacionados entre sí: la revolución de las telecomunicaciones y la aparición de internet. La primera, consiste en que

a medida que las tecnologías de la información evolucionan, se hacen más accequibles al público en general, en términos tanto técnicos como económicos. La segunda, porque desde su origen y concepción en 1969, como proyecto del Departamento de Defensa de los Estados Unidos para interconectar a las Universidades y entidades gubernamentales, que funcionara aún después de un ataque nuclear, y luego por su condición global, al abrirse al público, su carácter ha sido anárquico, en el sentido que no ha obedecido a la legislación nacional de un Estado en particular y los intentos en tal sentido son debatidos, controvertidos y de efectividad discutible.

EL ESTADO Y LA GLOBALIZACIÓN: NUEVOS RETOS Y DESAFÍOS

Lo planteado anteriormente tiene consecuencias directas sobre el papel del Estado. ¿Cuál es su rol en el escenario de la economía globalizada? Aunque mucho se ha discutido sobre la posición de las instituciones públicas frente a la expansión del capitalismo global, hoy en día se entiende que el Estado y las instituciones públicas nacionales no van a desaparecer. Por el contrario, se han venido fortaleciendo y revaluando su configuración y accionar.

El Estado hoy en día se mueve en un escenario marcado, entre otros, por los siguientes elementos:

La importancia de lo local en escenarios globalizados:

En primer lugar, la globalización es un proceso paradójico. De un lado, ha conllevado el resurgimiento de las regiones y municipios por la difusión de la noción de lo nacional y de las fronteras políticas.

Ciudadanos más exigentes

De otro lado, la aparición de ciudadanos más informados y conscientes de los riesgos sociales requiere que se preste mucha atención a la satisfacción de las necesidades de los mismos, tanto colectivas como individuales, reconociéndolos como los clientes últimos de la gestión estatal.

Transparencia

Esta aparición de ciudadanos más informados y conscientes de los riesgos sociales hace que en la asignación de los costos sociales deba tenerse en cuenta la participación de los mismos y la necesidad de desarrollar mecanismos de rendición de cuentas de la gestión pública como condiciones de la gobernabilidad.

Eficiencia

En últimas, la acción estatal va a depender en su legitimidad de la eficiencia, no medida en términos de la satisfacción de los ciudadanos, más que en función de su tamaño o del espectro de sus actividades como tal.

El Gobierno y las Tecnologías de Información:

Reconocer la importancia de las tecnologías de información como factores de competitividad en la economía internacional y propender por su expansión y difusión en toda la sociedad.

REGULACIÓN DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

El tema ya se ha tratado extensivamente en otros documentos². Sin embargo, valgan algunas anotaciones sobre la función de la regulación de un entorno virtual y global y concretamente, respecto a las limitaciones de la misma.

El comercio electrónico en general apareció y se desarrolló sin regulación alguna aparte de la dinámica misma de la oferta y la demanda por un número de razones tales como su carácter virtual –la regulación de las transacciones en general, pero con mayor énfasis en los países con tradición civilista parten de la base que los negocios se celebran persona a persona y que de hecho las partes o sus representantes pueden verse y concretar el negocio–, su carácter global –frente al carácter doméstico y limitado por las fronteras políticas de los sistemas legales nacionales– y las dificultades técnicas para hacer efectivas las decisiones de autoridad que se tomen en virtud de dichas regulaciones –y que en últimas las transacciones electrónicas solo difieren de las demás en el empleo de tecnologías de la información y la comunicación, pero su estructura y dinámica es la misma– *business as usual*.

Una de las características importantes de estas regulaciones es que llegaron tarde, por decirlo de alguna manera, y por consiguiente la pregunta no es tanto qué regular, sino para qué regular, la cual puede presentarse de otra manera: qué esperar de la regulación de las transacciones electrónicas?.

² En el caso colombiano la principal pieza legislativa es la ley 527 de 1999 sobre mensajes de datos, comercio electrónico, firmas digitales y entidades de certificación. Se trata de una disposición basada en la Ley Modelo de Uncitral (United Nations Conference for International Trade Law). La Ley da validez jurídica a los mensajes contenidos en documentos electrónicos, a las transacciones realizadas mediante el intercambio electrónico de documentos y las firmas digitales. Adicionalmente regula algunos aspectos de los documentos electrónicos de transporte y las entidades de certificación –reglamentadas por el decreto 1747 de 2000.

La respuesta parecería ser la de evitar costos de transacción, en función de unos objetivos dados de política pública, que necesariamente comprenden la generación de confianza y seguridad en el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación para la realización y conducción de todo tipo de actividades transaccionales.

En relación con ello se debe buscar simplicidad en las reglas: evitar en lo posible generar más reglas y tratar de aplicar las que ya existen. Si se trata de masificar el acceso y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, nada más funesto que producir un set complejo y extenso de reglas que sólo ofrecerían más preguntas que respuestas.

Este es todo un desafío para nuestra tradición institucional económica, muy marcada por la tendencia de los esquemas coloniales españoles en los que no podía llevarse a cabo ninguna actividad de significancia económica que no estuviera previamente autorizada –y por lo tanto regulada– por la Corona y para nuestras tradiciones civilistas en las que se tiende a esperar que las normas positivas lo abarquen todo. Debe recordarse, sin embargo, que si la seguridad jurídica es un valor a alcanzar y conservar en cualquier tiempo y momento en cualquier sistema jurídico, un escenario en el cual toda la legislación es duplicada para las transacciones electrónicas, de tal manera que uno encontraría estatutos legales electrónicos paralelos, no puede ser más propicio para generar la inseguridad que se trata de evitar.

Otro punto adicional a tener en cuenta es que no se debe esperar mucho de las regulaciones del comercio electrónico por la calidad misma de la regulación. Al fin y al cabo ésta es producto de funcionarios públicos que deben estar atentos a los desarrollos en las aplicaciones de las tecnologías de la información y la comunicación, y sobretodo a sus implicaciones sociales y económicas, caracterizado todo ello por un lenguaje particular, y a los cuales deben responder normalmente con recursos limitados y sobrecargados de trabajo.

ASPECTOS LEGALES DE LAS COMPRAS ESTATALES ELECTRÓNICAS

ELEMENTOS DE LAS COMPRAS ESTATALES ELECTRÓNICAS³

De manera esquemática, los elementos de las compras estatales son:

1. Licitaciones y concursos electrónicos: para transacciones de bajo volumen, alto valor y alta complejidad.

³ Electronic government Procurement: Draft World Bank Strategy and Draft World Bank Discussion Paper. The World Bank – Operational Policy and Core Services Vice Presidency, Procurement Unit. Washington, 2001.

2. Compras (suministros) directas: para transacciones de alto volumen, bajo valor unitario y baja complejidad.

3. Es necesario contar con un sistema de información y análisis

4. Facilidades de conexión a redes externas. Por ejemplo, en materia presupuestal y fiscal, control, facturación, inventarios y distribución de los productos correspondientes.

VENTAJAS DE LAS COMPRAS ESTATALES ELECTRÓNICAS⁴

El uso de tecnologías de información y comunicación en los procesos de adquisición de bienes y servicios por parte de las entidades estatales y gubernamentales busca hacer más eficiente la actividad estatal mediante la consecución de los siguientes objetivos:

Reduce los costos de transacción asociados con los procesos de adquisición de bienes, servicios y obras.

Aporta más transparencia: menos incentivos para cometer fraudes, mayor equidad y mayor difusión de las oportunidades para contratar con la administración, así como de las adjudicaciones de los contratos respectivos.

Es una de las fuerzas para la expansión y adopción del gobierno electrónico: el ejemplo del gobierno es crucial para el éxito de las políticas de difusión y asimilación del comercio electrónico y de las tecnologías de información y comunicación, como un presupuesto para insertarse lo más eficiente posible en la globalización de la economía, y las compras estatales han resultado ser uno de los sectores líderes para este propósito⁵.

Es una forma de modernización del gobierno y la administración pública: permite adecuar la actuación estatal a la dinámica de la globalización y de los patrones económicos que esta conlleva.

Permite desarrollar esquemas novedosos de cooperación entre los sectores público y privado, particularmente en los sectores relacionados con la propiedad, financiación y operación de los sistemas y las redes de información.

⁴ Ibid.

⁵ Se ha demostrado que si no se direccionan los efectos de estas tecnologías hacia la sociedad y la economía, mediante políticas públicas proactivas y expresas dichos efectos no van a beneficiar a la sociedad.

Es pertinente observar que al sector público le corresponde desarrollar las estrategias, proveer el nivel de gobernabilidad necesario para la marcha del proceso y adelantar los mecanismos de reingeniería y reforma institucional necesarios para el desarrollo de los sistemas de compras estatales.

Todo lo anterior implica la evaluación y selección de los modelos institucionales apropiados para el funcionamiento del sistema; la consecución de recursos, el entrenamiento y la administración de la transición.

El marco regulatorio es solamente uno de los aspectos del gobierno electrónico:

Se comprende que el marco regulatorio es solo una parte del sistema de compras estatales. Su función es la de proveer una plataforma de tranquilidad y confianza a la operación de los sistemas de compras estatales.

A continuación se presenta esquemáticamente la ubicación del marco regulatorio en el esquema de los aspectos mínimos de una política pública de compras estatales electrónicas:

Gobernabilidad	Marco legal y normativo Instituciones de empuje y supervisión
Recursos Humanos	Entrenamiento
Instituciones	Rediseño de los flujos de trabajo Uniformidad en los esquemas de información Funcionamiento del mercado de las compras estatales electrónicas
Tecnología	Telecomunicaciones Acceso a infraestructura Sistemas aplicables a las compras estatales electrónicas

Las normas aplicables a las compras estatales electrónicas provienen tanto de las aplicables a las compras estatales en general, como de las del comercio electrónico que son relativamente limitadas y cambiantes, de manera que muchos aspectos relacionados con este tema son regulados por el mercado mismo.

En el caso de Colombia en particular hay que entender el órgano regulatorio en el marco de la políticas públicas de la Agenda de Conectividad.

La Agenda de Conectividad es una Política de Estado presentada y aprobada por el Conpes mediante el documento 3072 del 9 de febrero de 2000 y su lanzamiento se realizó el 14 de marzo de 2000, con el fin de masificar el uso de las Tecnologías de la Información en Colombia y con ello aumentar la competitividad del sector productivo, modernizar las instituciones públicas y socializar el acceso a la información.

21

Su coordinación esta a cargo de la Vicepresidencia de la República. Con ella deben estar comprometidas y es de obligatorio cumplimiento por parte de todas las entidades públicas.

Uno de sus componentes principales –y tal vez al que mayor importancia se le ha dado– es el de Gobierno en Línea.

Dentro de la Política de Estado establecida en la agenda de conectividad, el Gobierno debe ser un usuario modelo. Con este fin, se ha definido la estrategia de Gobierno en Línea de la Agenda de Conectividad, que establece como uno de sus objetivos el proveer al Estado la conectividad que facilite la gestión en línea de los organismos gubernamentales y apoye su función de servicio al ciudadano, como un complemento al esquema actual, en el que se realizan estos procesos en forma presencial en las oficinas del gobierno y se sustentan con documentos escritos en papel.

En desarrollo de esta estrategia de Gobierno, a partir del 24 de agosto de 2000, en periodo de prueba, y desde el 13 de octubre de 2000, en forma definitiva, entró en funcionamiento el portal de Gobiernoenlinea.gov.co., cuyos principales objetivos son facilitar a los ciudadanos, empresas, funcionarios y otras entidades estatales el acceso a la información de las entidades públicas e iniciar la integración y coordinación de los esfuerzos de las entidades en este propósito. Su desarrollo e implementación es competencia del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República. El objetivo del proyecto es convertir al Portal en la puerta de entrada a las páginas de Internet del Estado colombiano.

Originalmente tenía las siguientes estrategias:

1. Identificar las necesidades de tipo normativo para atenderla satisfactoriamente y en caso de ser necesario proponer o tramitar las modificaciones normativas requeridas, ante las autoridades competentes.

2. Incluir el cumplimiento de estas instrucciones, correspondientes a la estrategia de Gobierno en Línea de la Agenda de Conectividad, dentro del Plan Estratégico de cada entidad, con la mayor prioridad para su desarrollo eficiente y oportuno.
3. Identificar las necesidades de carácter presupuestal y hacer las provisiones correspondientes para dar cumplimiento a las instrucciones contenidas en esta directiva así como a todos los proyectos bajo su responsabilidad, dentro del marco de la Agenda de Conectividad.
4. Adecuar la infraestructura de redes y telecomunicaciones para garantizar el nivel de servicio exigido.
5. Crear en sus respectivas instituciones la cultura de trabajo utilizando tecnologías de información.
6. Adecuar la organización, los procesos y los sistemas de información internos para atender los requerimientos de información y servicios de los ciudadanos en la oportunidad y con la calidad debidos.

Y comprendía las siguientes fases de implementación:

- ◆ Fase 1: proveer información en línea a los ciudadanos.
- ◆ Fase 2: ofrecer servicios y tramites en línea a los ciudadanos.
- ◆ Fase 3: contratación en línea.

EXPERIENCIAS INTERNACIONALES

En el primer semestre del 2001 el Banco Mundial –Unidad de compras de la Vicepresidencia de Política Operacional y Servicios Principales– llevó a cabo un Foro sobre Compras Estatales Electrónicas, para conocer sobre las decisiones gubernamentales y de política pública en materia del alcance y oportunidad de las reformas legales y de regulación relacionadas con la implementación de sistemas de compras estatales electrónicas⁶.

⁶ Talero, Eduardo y Carp, Tenley. *Electronic Government Procurement: A Legal Perspective on Country Practices*. The World Bank – Operational Policy and Core Services Vice Presidency, Procurement Unit. Washington, 2001.

Se encontró que los Estados Unidos de América, Canadá, México, Chile y Western Australia han incorporado activamente sistemas de contratación estatal electrónica, mientras que Argentina, India, Corea y Colombia han implementado algunos aspectos. De ellos solamente Chile, India y Colombia han llevado a cabo reformas legales y regulatorias relacionadas con los sistemas de compras estatales electrónicas. No obstante, el estudio concluye que para implementar estos sistemas no es necesario abordar todos los aspectos y cuestiones legales que suscita y que de hecho es perfectamente posible llevar a cabo las reformas legales necesarias gradualmente, acompañadas con el desarrollo de las capacidades tecnológicas necesarias para el desarrollo de los sistemas de compras estatales electrónicas⁷.

La consideración principal en las discusiones y conclusiones del Foro es que si bien los sistemas de compras estatales electrónicas generan eficiencia y bajos costos de transacción respecto de las actividades relacionadas con la selección de contratistas, la formación de los contratos, su celebración, ejecución y liquidación, tanto la actividad de los sujetos que intervienen, como la actividad comercial en sí están regulados de manera que es necesario considerar las reformas legales necesarias que permitan pasar de la tecnología basada en el papel, el control previo y la firma personal, a la tecnología basada en el espacio virtual en tiempo real, sobre tecnologías abiertas, con el uso de firmas digitales.

Entre más selecto o escaso es el número de proveedores y más complejas y escasas son las transacciones objeto del contrato, los métodos de las compras estatales tienden a ir de las compras o suministros directos (contratación directa) a los sistemas basados en concursos y licitaciones, en las cuales la formación del contrato tiende a ser más compleja y la selección del contratista requiere más tiempo y por consiguiente la regulación es más intensa a fin de garantizar transparencia y evitar el favoritismo y el fraude.

El Foro constituyó una excelente oportunidad para identificar, con base en las experiencias actuales de los países miembros del Banco los principales elementos de los sistemas de compras estatales electrónicas y los principales aspectos legales relacionados con su implementación y puesta en marcha.

⁷ Ibid.

LA LEY 80 DE 1993 NO LIMITA, NI PROHÍBE EL USO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN, NI EXIGE REQUISITOS QUE HAGAN IMPOSIBLE O RESTRINJAN EL USO DE DICHAS TECNOLOGÍAS

El estatuto de contratación estatal actualmente vigente en Colombia, cuyo núcleo es la Ley 80 de 1993, no sólo no limita el uso de tecnologías de información, sino que las formalidades, requisitos y procedimientos que en un momento dado puede llegar a imponer en los procesos de selección de contratistas, formación y celebración de contratos, así como ejecución y terminación de los mismos, no pueden aplicarse de forma tal que lleguen a impedir su uso, ya que serían contrarios a los principios de eficiencia, transparencia y efectividad que están reconocidos de manera expresa en el mismo estatuto y que son principios establecidos en el Código Contencioso Administrativo, de manera general para toda actividad de la administración pública y en la Constitución Política, para toda actividad estatal.

En ese sentido es pertinente anotar que una de las primeras disposiciones de derecho positivo en el mundo sobre tecnologías de información fue el artículo 27 del decreto 2150 de 1993 sobre transparencia y reducción de trámites en la que se decía que la Administración no podía limitar el ejercicio de los derechos de petición e información por el hecho de ejercerse con el empleo de tecnologías para la transmisión electrónica de datos.

De otro lado, el estatuto de contratación remite expresamente a las normas de derecho privado, campo en el que ciertamente no hay dudas sobre la validez jurídica de las transacciones y negocios que se llevan a cabo con el empleo de las tecnologías de la comunicación y la información.

LA LEY 80 DE 1993 COMPRENDE LOS ESTÁNDARES MÍNIMOS QUE, SE CONSIDERA, REQUIERE LA CONTRATACIÓN ESTATAL PARA LA IMPLANTACIÓN DE SISTEMAS DE COMPRAS ESTATALES

Las experiencias internacionales arriba señaladas han permitido desarrollar unos parámetros generales relacionados con las condiciones que permiten desarrollar sistemas de compras estatales electrónicas. Estos tienen que ver con la publicación de oportunidades de contratación y de las decisiones sobre la adjudicación de los contratos y de manera general los principios relacionados con la selección objetiva de contratistas mediante mecanismos competitivos para la selección de contratistas⁸

⁸ Para estos propósitos se consideran las disposiciones de derecho positivo tal y como están formulados. No se considera la manera como dichas normas son aplicadas en la práctica.

y la compatibilidad del estatuto de contratación estatal con las normas relacionadas con los documentos electrónicos, la transmisión electrónica de datos, las firmas digitales y las entidades de certificación.

De manera general la Ley 80 y las normas que la regulan y complementan cumplen en general con todos estos puntos⁹. De ellos vale la pena mencionar los siguientes: 1) la publicidad de oportunidades y contratos, 2) el reconocimiento de las transmisiones electrónicas de datos, 3) los documentos electrónicos y 4) las firmas digitales, la regulación operacional de los procesos de selección de contratistas y la certificación y las autoridades de certificación.

La Publicidad de Oportunidades y Contratos:

Las normas aplicables a la contratación estatal deben ser compatibles con el uso de medios electrónicos.

En general no se han encontrado restricciones o limitaciones sobre la manera de llevar a cabo dichas publicaciones.

La publicación en línea no parece requerir de autorización legal expresa. Se trata más bien de un medio que suplementa o complementa, pero no sustituye otros medios de difusión o publicidad expresamente regulados.

El Reconocimiento de las Transmisiones Electrónicas de Datos, los Documentos Electrónicos y las Firmas Digitales:

La Ley 527 de 1999 es la pieza central de la legislación colombiana sobre comercio electrónico. Es la aplicación de la ley modelo de Uncitral, de manera que responde a las tendencias que se han adoptado sobre la materia. Dentro de estas tendencias debe anotarse que por la naturaleza global del comercio electrónico y particularmente internet, y por los cortos ciclos de vida del Estado del arte de las tecnologías de la comunicación y la información, no es posible regularlo todo, de manera que hay muchos aspectos que se regulan por el mercado mismo; y que como el objetivo de la regulación del comercio electrónico es la generación de un entorno de seguridad y confianza, la efectividad de las normas no se mide en términos de la cantidad de las mismas ni de los aspectos sustantivos que cobijan, sino de su sencillez – esto es, mientras menos reglas, mejor.

⁹ Restrepo, Esteban. *Legal Issues for E-Procurement: the case of Colombia* Ponencia presentada en el Electronic Government Procurement Workshop. World Bank, Washington D.C., Abril 30 – Mayo 1, 2001. www.wbln0018.worldbank.org/OCS/egovforum.nsf/main/home.

En punto a la transmisión y el intercambio electrónico de documentos, a los documentos electrónicos y a las firmas digitales, la ley no crea instituciones jurídicas nuevas. Simplemente recoge los principios generales del Código Civil para recordar que dadas sus particularidades técnicas no se les debe quitar o desconocer valor jurídico ni eficacia. En cuanto a las certificaciones, se siguieron los criterios de la práctica sobre la materia.

Finalmente, no hay nada en la ley 527 que limite su aplicación al campo de las transacciones privadas, o que de alguna manera excluya su aplicación de ciertas actividades o sectores económicos o sociales.

La Regulación Operacional de los Procesos de Selección de Contratistas:

El Decreto 2720 de 2002 regula expresamente la contratación por medio electrónicos.

Vale la pena relacionar sus disposiciones pertinentes:

IV DE LA CONTRATACION POR MEDIOS ELECTRÓNICOS

Artículo 21. De la información contractual por medios electrónicos. Siempre que las entidades estatales dispongan de una página web con adecuada capacidad, deberán publicar la siguiente información, en relación con los procesos de contratación y de acuerdo con los plazos de permanencia que en cada caso se disponen:

1. Los proyectos de pliegos de condiciones o términos de referencia en los procesos de licitación, concurso público o contratación directa, durante el término previsto en el artículo 1º del presente decreto.
2. Las observaciones y sugerencias a los proyectos de estos documentos, durante el término previsto en el artículo 1º del presente decreto.
3. El acto que dé apertura al proceso de selección, a partir de la fecha de su expedición y hasta la fecha establecida para la presentación de las propuestas.
4. Los pliegos de condiciones o términos de referencia definitivos en un proceso de licitación o concurso público o de contratación directa, de conformidad con las reglas señaladas para este propósito en el artículo 2o de este decreto. Dicha publicación se mantendrá hasta la suscripción del contrato.

5. El acta de la audiencia de aclaración de los pliegos de condiciones o términos de referencia y los documentos relacionados con las preguntas formuladas por los oferentes dentro del plazo de contratación sobre el contenido y alcance de los pliegos de condiciones o términos de referencia; la comunicación escrita de respuesta enviada a todas las personas que retiraron pliegos de condiciones o términos de referencia; y, los adendos o aclaraciones a los pliegos de condiciones o términos de referencia, a partir del momento en que se produzcan y hasta la suscripción del contrato.

6. El informe de evaluación a que se refiere el numeral 8 del artículo 30 de la Ley 80 de 1993, durante el mismo tiempo previsto en dicha norma.

7. El acta de la audiencia de adjudicación, por un término de cinco (5) días contados a partir del mismo día en que se suscriba.

8. El acta de la audiencia pública realizada para la conformación dinámica de la oferta a que se refiere el artículo 5o del presente decreto, se publicará por un término de cinco (5) días contados a partir del mismo día en que se suscriba.

9. El acta de la audiencia pública a que se refiere el numeral 5o del artículo 12 del presente decreto para los casos de contratación directa de menor cuantía por el sistema de conformación dinámica de la oferta y de su adjudicación, se publicará por un término de cinco (5) días contados a partir del mismo día en que se suscriba.

10. La información sobre los contratos firmados, sus adiciones, modificaciones, liquidación y la información sobre las sanciones ejecutoriadas que se profieran en el curso de la ejecución contractual o con posterioridad a ésta, por un término de dos (2) años.

Parágrafo 1o. Sin perjuicio de lo previsto en los parágrafos 1o y 2o de los artículos 1o y 2o del presente decreto, se exceptúan de lo previsto en este artículo los procesos de contratación directa a que se refieren los literales b), i) y m) del numeral 1o del artículo 24 de la Ley 80 de 1993, así como los señalados en el parágrafo 1o del artículo 32 de la misma ley.

Parágrafo 2o. Para efectos de facilitar la comunicación interactiva entre los oferentes y las entidades estatales, se deberá crear para cada proceso de contratación una dirección de correo electrónico y un formulario electrónico en la página web de la entidad para el envío de consultas y aclaraciones.

Parágrafo 3o. Las entidades estatales no podrán imponer restricciones para el acceso a la información de los procesos de contratación. En consecuencia no se requerirá del uso de claves ni de ningún otro elemento técnico que dificulte el acceso público al mismo.

Parágrafo 4o. La formulación de observaciones al contenido del proyecto de pliego de condiciones o de términos de referencia y las efectuadas por los proponentes durante el proceso de selección podrán llevarse a cabo empleando cualquier medio electrónico de los previstos en la ley 527 de 1999.

Parágrafo 5o. Vencidos los plazos de permanencia en la página web de la entidad señalados en este artículo las entidades deberán cumplir con lo previsto en el artículo 24 del presente decreto.

Artículo 22. De la celebración de audiencias por medios electrónicos. Las audiencias públicas realizadas durante los procesos de selección podrán celebrarse de conformidad con lo dispuesto en la Ley 527 de 1999. En el evento en que la entidad no cuente con la infraestructura tecnológica y de conectividad que asegure la inalterabilidad de la información que en la audiencia se genere, o cualquier interesado manifieste oportunamente la imposibilidad de acceso por carecer de los elementos tecnológicos necesarios, la entidad deberá desistir de realizar la audiencia electrónicamente y disponer su realización en forma presencial, u optar por facilitar al interesado tales elementos con el sólo propósito de garantizar su acceso.

Artículo 23. De la información sobre los mecanismos de comunicación interactiva en los procesos de selección. En desarrollo de lo previsto en el literal a) del numeral 5 del artículo 24 de la Ley 80 de 1993, en los pliegos de condiciones o términos de referencia de los procesos de licitación, concurso público o de contratación directa, se definirán los mecanismos de comunicación interactiva entre los participantes y la entidad, indicando el carácter de oficial de los mensajes de datos para el respectivo proceso y señalando la aplicación de la Ley 527 de 1999.

Artículo 24. Salvaguarda de documentos electrónicos. Toda la información contenida en los documentos electrónicos que se produzcan durante un proceso de contratación realizado con el apoyo de herramientas tecnológicas, hará parte del archivo electrónico de la entidad y constituirá uno de los elementos del expediente del proceso de contratación.

Las entidades estatales deberán adoptar las medidas necesarias para la salvaguarda de esta información.

Artículo 25. De la equivalencia funcional. En aplicación de lo dispuesto en el artículo 6o de la Ley 527 de 1999, siempre que la entidad cuente con la seguridad necesaria para garantizar la inalterabilidad de su contenido, toda la información que dentro de los procesos de selección la ley requiera que conste por escrito, quedará satisfecha con un mensaje de datos, salvo aquellos casos en que por disposición legal deba efectuarse notificación personal o deba publicarse en diarios de amplia circulación en el territorio de jurisdicción o en el diario oficial o en la gaceta departamental o municipal que haga sus veces.

La redacción de algunas disposiciones del Decreto 2720 de 2002 preocupan un poco. Hubiera sido preferible hablar del uso o empleo de tecnologías de información y comunicación y no de "la red", de "internet" o de "páginas web" –que son aplicaciones específicas de estas tecnologías y en el proceso de investigación y desarrollo de estas pueden o desaparecer, o transformarse, o que aparezcan aplicaciones alternativas más convenientes, antes de que nos demos cuenta.

Se ha alegado en algunas oportunidades que las disposiciones que se acaban de relacionar no pueden aplicarse sin modificarse el artículo 30 de la Ley 80 de 1993. En mi opinión, el artículo 30 de la Ley 80 de 1993 no necesita reformas para la implementación de sistemas de compras estatales electrónicas o en línea por, entre otras, lo siguiente:

De entrada, considero que las normas del capítulo 4 del decreto 2720 de 2002 (arts 21 y siguientes) ya son suficientes. Los sistemas de compras estatales no se refieren a la selección de contratistas. Va más allá de eso. Por consiguiente, que alguno de los requisitos o pasos de los rituales de uno de los sistemas de contratación no pueda llevarse a cabo mediante el uso de tecnologías de la información y la comunicación no puede ser considerado un obstáculo para no llevar a cabo compras estatales.

A continuación se examinan los numerales pertinentes del artículo 30 para determinar qué impedimentos pueden presentarse para el uso de las tecnologías de información y comunicación en el proceso licitatorio:

Num.1. Acto Administrativo motivado para la apertura de la selección o concurso. Los actos administrativos son manifestaciones de voluntad de la administración con efectos jurídicos. La forma como se expresen es irrelevante siempre y cuando este aspecto, así como todo el proceso de toma de decisiones en que se originó y se produjo sean apropiados en términos de la adecuación de los fines y cometidos perseguidos con el mismo y las circunstancias de hecho a la cual piensa aplicarse - numeral 3, art. 21 decreto 2170, 2002.

Num.2. Los pliegos de condiciones pueden bajarse de internet o de una red intranet, si es del caso. Lo importante es que los administrados potencialmente interesados en ellos tengan acceso a la información en igualdad de oportunidades - numeral 4, art. 21, D. 2170, 2002.

Num.3. Publicación y difusión de la información sobre la apertura del proceso de selección. La modificación de los términos en que debe llevarse a cabo la publicidad correspondiente es una cuestión que se refiere a la seguridad y confianza y a la eficiencia de la licitación como proceso de selección de los contratistas. No tiene que ver con las compras estatales electrónicas.

No debe haber ningún impedimento para que las publicaciones en internet o en cualquier otra red pública de información, bien porque la publicación en la que va esta se distribuye al público por dicho medio, o porque dicha red de información se utiliza como medio de difusión. El criterio clave aquí es el de alcanzar una difusión lo más eficaz posible, al menos en el rango de los diarios de amplia circulación en el territorio de jurisdicción de la entidad. Es pertinente anotar como en el caso de internet se anota que su dimensión es literalmente global: además, ya el Diario Oficial está en internet y existe el portal único de contratación - lo mismo respecto del artículo 31.

Num.4. Audiencia de aclaración y el acta correspondiente. Ya el artículo 5 del Decreto 2170 del 2002 prevé que las audiencias no se tienen que llevar a cabo presencialmente. Tal vez aquí puede pensarse en una redacción similar a la del 2º. Párrafo del art. 5. en mención - numeral 5, art.21, D. 2170, 2002.

Num.8. Acceso a las evaluaciones en secretaría. En la medida que la página en internet de la entidad es el espacio virtual de la entidad contratante, al cual se puede acceder en tiempo real, no debe haber ninguna dificultad legal para suplirse en internet o en general mediante el empleo de tecnologías de información y comunicación - numeral 6, art. 21, D.2170, 2002.

Num.11. Notificación personal del acto de adjudicación. Nuevamente, si en internet todo ocurre en un espacio virtual, pero en tiempo real, no debe haber ningún problema para que las notificaciones se lleven a cabo en ese ambiente.

Sobre la seguridad jurídica de este procedimiento, debe recordarse que por mandato constitucional y legal todos los procedimientos administrativos deben llevarse a cabo de manera conforme con los principios de transparencia, de eficiencia

y de celeridad y que en este sentido desde 1995 las normas anticorrupción siempre han reconocido que el empleo de las tecnologías de información en las relaciones y comunicaciones entre la Administración Pública y sus administrados es una forma de acomodar la actuación administrativa a dichos cometidos e imperativos.

De otro lado, y en relación con los posibles cambios intempestivos en las decisiones de las altas cortes, no hay nada en las sentencias de la Corte Constitucional que pueda ser interpretado en el sentido de limitar la disposiciones de la Ley 527 de 1999 a las actuaciones administrativas de cualquier género y por el contrario sus consideraciones son bastante amplias y con afán de poner al país en general a tono con las transformaciones en materia de tecnologías de información y comunicación.

Si en todo caso persisten las dudas pues debe recordarse que las grandes tesis jurídicas siempre han sido rechazadas porque implican un cambio en la conducta y actitud al interpretar las normas y que al final se imponen cuando estos cambios terminan por operar y que en todo caso la notificación es uno de los al menos 14 pasos de un procedimiento de selección de contratistas.

Num.12. La suscripción del contrato puede hacerse por medios electrónicos-nums. 9 y 10, D. 2170, 2002.

La Certificación y las Autoridades de Certificación:

Las entidades de certificación son vitales para el uso de firmas digitales cuando las transacciones ocurren entre partes que no están en el mismo mercado o bajo las mismas leyes. Los certificados proveen certeza respecto de una llave pública distribuida en el mismo, aunque países como Colombia aceptan los certificados y los certificados emitidos por entidades de certificación extranjera. Estos no se emplean aún en la contratación estatal.

Compras por catálogo y por subastas en internet:

Estos son unos de los temas más complejos de tratar. En los países que han implementado estos sistemas, Los Estados Unidos, por ejemplo, existen regulaciones procedimentales detalladas, pero no se han encontrado normas de carácter legal específicas para las compras por catálogo.

En la práctica se trata de contratación directa para contratos de suministro empleando tecnologías de información y comunicación, partiendo de la base

que el criterio básico de selección es el precio más bajo—; otros criterios pueden aplicar tales como la disponibilidad y capacidad de suministro.

El catálogo no es más que una relación ordenada de las ofertas permanentes de los proveedores empleando tecnologías de información, lo que permite que las ofertas se puedan actualizar continuamente, que automáticamente se puedan integrar o agregar las demandas de diferentes entidades públicas para encontrar el mejor precio posible y en general encontrar eficazmente las mejores ofertas posible para cada caso.

Una preocupación que aparece de la anterior consideración es la política pública: este sistema sólo funciona bien si los precios de referencia son los del mercado, es decir, los suministrados por los mismos proveedores. Esta consideración asume que sistemas como el establecido en el Registro Único de Precios de Referencia (RUPR-SICE)¹⁰ tienen un efecto **distortivo** en el mercado que de otra manera podrían ser ilegales bien porque son contrarios a las normas sobre competencia¹¹ o a las tributarias sobre precios de transferencia¹². De hecho, las distorsiones sobre los precios del mercado causados por la contratación estatal son precisamente el tipo de cosas que se busca remover en las negociaciones sobre compras estatales en la Ronda de Doha (WTO) y en ALCA.

Ahora bien, creo que trámites como audiencias y notificaciones previstos en las Leyes vigentes no impiden las compras por catálogo. Lo que pasa es que lo hacen menos eficiente, pero eso no es una consideración legal sino de política pública.

¹⁰ Artículo 6. De la consulta de precios o condiciones del mercado. La consulta de precios o condiciones del mercado en los procesos de selección, se surtirá a través del Registro Único de Precios de Referencia (RUPR-SICE) a que se refiere la Ley 598 de 2000 para el caso de los bienes o servicios allí registrados. La entidad tendrá en cuenta los valores de fletes, seguros y demás gastos en que deba incurrir el proveedor para la entrega de los bienes o servicios, así como las condiciones de pago, volúmenes y en general, todos aquellos factores que afecten el precio del bien o del servicio. Si de tal análisis se desprende que no existen razones que justifiquen la diferencia entre los precios de referencia y los presentados por los oferentes en el respectivo proceso, la entidad podrá descalificarlos o declarar desierto el proceso, caso en el cual deberá darse inicio a uno nuevo.

Cuando la entidad carezca de la infraestructura tecnológica y de conectividad para acceder a la información del Registro Único de Precios de Referencia (RUPR-SICE), la consulta de precios o condiciones del mercado se entenderá verificada con el estudio que la entidad realice para el efecto, del cual deberá dejar constancia por escrito.

Parágrafo transitorio. La aplicación de este artículo por parte de las entidades estatales se hará en los términos que sean establecidos para la implementación del Registro Único de Precios de Referencia (RUPR-SICE).

¹¹ Artículo 47, Decreto 2153 de 1992.

¹² La Reforma tributaria recientemente adoptada en el país impone a todas las compañías contribuyentes demostrar que los precios de los bienes y servicios adquiridos de sus subsidiarias o asociadas son los del mercado.

E

L RECURSO HUMANO FRENTE A LA GLOBALIZACIÓN

33

Ignacio Aguilar Zuluaga

RESUMEN

El panorama mundial y en particular el panorama de los negocios viene cambiando rápidamente. El acelerador de hoy no es diferente al concepto y a la realidad de la globalización.

La globalización dió termino a los conceptos de producción, empresa, inversión que venían del siglo pasado. Ese fenómeno obliga a fijarse en el factor que siempre permanece y que no es diferente al factor humano.

De ahí que la gestión humana tome cada día mayor importancia y que para poder sobrevivir dentro de un mundo globalizado, Colombia tenga que realizar un enorme esfuerzo en gerencia de Recursos Humanos.

ABSTRACT

In a changing world, as in fact happens in a globalized third milenium, every last century concept about production, enterprise, investiment has to change, if surviving is worth while. Therefore management has to focus in human factors, because adaptation to moving circunstances remains as the main factor of every economical organization. For an undevelopped Colombia the effort in this issue is an unavoidable challenge.

PALABRAS CLAVES:

Transformación social – Globalización - Eficiencias - Revolución tecnológica- Competencia – Intercomunicación - Administración de Personal - Plan de Carrera – Adaptabilidad - Capital Intelectual - Factor Humano.

CIVILIZAR

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la historia, en unos pocos siglos ocurre una transformación sorprendente en alguna región del mundo, que repercute directa o indirectamente en todo el planeta y que reacomoda la sociedad: en su estructura político-social, en sus instituciones fundamentales, en su economía o en sus artes. Y cinco décadas después, se observa un universo nuevo: las personas que nacen en este período no alcanzan a imaginarse el mundo en donde vivieron sus abuelos. Se vive en un estado de cambios continuos y transformaciones permanentes que dan lugar a nuevos comportamientos y a nuevas sociedades. Es lo que ha conducido a la sociedad "poscapitalista" de que habla Peter Drucker y a lo que desde hace unos pocos años se conoce como globalización, para darle un nombre a ese estado de interdependencia y de relaciones mutuas y conexas, que deben enfrentar los países, sus empresas y sus habitantes, en los cinco continentes.

De allí el que hoy deba hablarse de historia universal, de civilización universal y de economía universal, aunque sí con un acento occidentalizado. Puede discutirse si la transformación actual se inició con el surgimiento del Japón como gran potencia económica, o con el invento y aplicación del computador. Pero lo que sí es indiscutible es que estamos en medio de una transformación, que bien podrá durar hasta el año 2030 ó unos años más . Ya terminado el siglo XX los panoramas políticos, económicos, social y moral del mundo, no son los mismos a los de la década de los 50 y no lo serán tampoco en los próximos cincuenta años. Tal vez nadie nacido en 1990 podrá imaginar el mundo en el cual nacieron sus padres.

No obstante, vaticinar lo que será el mundo para ese entonces, sigue siendo arriesgado. Lo que sí es seguro es que el mundo será bien diferente de cuanto se pueda imaginar hoy; en sus estructuras y comportamientos de toda índole: políticos, económicos y sociales, con sus respectivos reajustes de valores, principios, creencias y comportamientos. Posiblemente los sistemas económicos y políticos no serán ni comunistas, ni socialistas, ni capitalistas. Tal vez funcione una sociedad más democrática, más igualitaria y más solidaria, con niveles de bienestar y calidad de vida superiores a los de hoy y con Estados más eficientes, más atentos y celosos de proteger la vida de la comunidad, la propiedad, la libre iniciativa, el medio ambiente y el funcionamiento de los mercados, todo bajo la mira de asegurar el progreso y el más alto nivel de vida para las grandes mayorías de la población.

Lo anterior supone el empleo más eficiente y en mayor escala de todos los recursos y dentro de éstos uno de los que se consideran como necesarios y fundamentales: el conocimiento, que es igual a tecnología. Si la globalización

aparecía inicialmente como un hecho comercial y financiero, ello se debió a su más importante instrumento generador e impulsador, el desarrollo tecnológico. Tanto en el Japón como en el grupo de países del sudeste asiático, el motor principal para impulsar la globalización fue precisamente el factor tecnológico, ya que éste es el que hace posible los altos índices de productividad.

La globalización exige adaptaciones nuevas, procesos productivos nuevos y un reajuste permanente del aparato de producción. No sólo Asia sino el mundo entero, está enfrentando una revolución tecnológica intensiva, superando las etapas y modificando velocidades.

Esto supone que el mundo será un conjunto inmenso de organizaciones; un sistema integrado en el cual deben competir y coexistir organizaciones transnacionales, regionales, nacionales y locales y esto ya está ocurriendo, lo estamos viviendo y observando, no con la intensidad de otras regiones y países, ni en la misma dimensión que se observará al cabo de unos pocos lustros, pero sí en una magnitud que nos obliga a reflexionar, a planear y a actuar, para hacerle frente a la transformación que se desprende de esa forzosa globalización.

Los cambios en las organizaciones y en su administración, las nuevas adaptaciones y el permanente reajuste del aparato productivo, son requisitos que la globalización demanda y que requieren una gestión coordinada entre el sector privado, el sector público y como parte de ellos, el sector laboral, enfocada hacia la creación de la cultura nueva que también necesita la globalización.

DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA GLOBALIZACIÓN

Sus objetivos, sus alcances y sus dificultades .

A la globalización se le ha definido como un proceso amplio que revela la transferencia y reubicación permanentes de unidades de producción y de servicios, para atender cualquier incremento en su demanda, procedente de diferentes regiones o países y que conducen a la intercomunicación de los mercados.

De acuerdo con esa definición es posible puntualizar algunas de sus características:

- ◆ La producción se realiza en un lugar que ofrezca más ventajas competitivas.
- ◆ La empresa no tiene necesariamente un país de origen.

- ◆ La administración se ejerce en centros de decisión localizados geográficamente en distintos lugares del mundo.
- ◆ La inversión es completamente móvil a corto plazo
- ◆ El período de evaluación y maduración de la inversión por lo general es inferior a los dos años.

El proceso de globalización ha sido posible gracias a los siguientes hechos:

- a. La expansión sin precedentes del comercio internacional.
- b. El estímulo de la apertura económica.
- c. La privatización y liberación producidas en Europa oriental, el sudeste asiático, la Unión Soviética y parte de la América Latina.

Los tres acontecimientos que se han presentado en forma simultánea, especialmente a partir del comienzo de la década de los años noventa, han forzado a Colombia y a muchos otros países a involucrarse en ese proceso y a participar activamente en su desarrollo y extensión.

Pero no sólo los países se han globalizado, también lo han hecho las empresas. Por eso, un destacado profesor del MIT afirmó que la globalización es "El cambio más espectacular de la geografía capitalista en toda la historia", que ha obligado a las organizaciones a estructurarse y actuar en ese entorno.

Es importante distinguir entre una compañía multinacional y una compañía global. La primera está estructurada jerárquicamente para operar en varios países a través de unidades autónomas, pero ligadas directamente con la casa matriz. La empresa global tiene una estructura organizacional más horizontal; conforma vínculos estratégicos entre los países en los que opera; crea sinergias operacionales a través de todas las fronteras y genera poder de decisión en sus gerentes y empleados de cada país, para que se involucren en asuntos prioritarios (alta dirección de sus clientes, dirección estratégica de sus unidades operacionales, reclutamiento del personal adecuado).

Aunque no es fácil para una compañía multinacional convertirse en una global, si no lo logra, no sobrevivirá en el Siglo XXI. Esto lo reconocen sus más altos ejecutivos, pues de acuerdo con un estudio de la American Management Association (AMA), el 78% de sus miembros manifestó que su principal reto era la globalización, seguido por la reducción de costos y el mejoramiento de la calidad.

Situándonos en el significado, los alcances y los retos que significa la globalización, se impone que las empresas, sus administradores y los responsables

de la gerencia del personal, se sitúen dentro del marco que ella encierra y lleven a cabo una serie de esfuerzos y tareas que pueden puntualizarse de la siguiente manera:

1. Reajustar, actualizar y ampliar la capacitación del personal.
2. Hacer uso de la tecnología, propia o adquirida.
3. Elevar los índices de productividad de todos los medios de producción, básicamente del factor humano.
4. Ampliar el empleo de las comunicaciones para incrementar la información, oportuna y actualizada.
5. Intercambiar experiencias, conocimientos y personal, con diferentes países y empresas.
6. Estrechar vínculos con las empresas competidoras en el mismo sector de la producción o los servicios.

EL MANEJO DEL PERSONAL

Con la presencia de la globalización y de la sociedad poscapitalista, la administración del personal, con todo lo que ella incluye y significa, adquirió una trascendencia y una necesidad mucho más relevante que cuando las empresas se desenvolvían en un entorno doméstico o nacional. Lógicamente, ello obliga al gerente de personal a pensar y actuar con una mentalidad abierta, amplia, sin fronteras geográficas. Porque las condiciones y la situación del mundo actual eliminarán mucho más y día a día esos límites y forzarán a todo el que aspire a mantenerse en el mercado, a aprender a desempeñarse e involucrarse en un mundo que hace menos de treinta años era inconcebible.

El tercer milenio supone unos desafíos múltiples y complejos, originados en el comportamiento de los seres humanos y en las demandas de las organizaciones, para garantizar una calidad de vida respaldada por la productividad y la competitividad de las empresas, en un mundo de negocios cada vez más competido. Y la administración del factor humano no puede marginarse de esas situaciones y procesos.

Dentro de las exigencias de la globalización es preciso considerar la puesta en práctica de varias estrategias y planes de formación y desarrollo del personal, similares o acordes con los llamados "Planes de Carrera", toda vez que es impositivo encontrar la convergencia entre las necesidades de la empresa y las capacidades e intereses, profesionales y personales, de todos sus empleados.

PLANES DE CARRERA

Un "Plan de Carrera" es un esfuerzo integral y permanente de identificación, capacitación y retención de empleados, con el potencial necesario para desempeñar un papel clave en la empresa a mediano y largo plazo. Y alrededor de los cuales debe concentrarse una proporción importante de los recursos de desarrollo de la organización, relativos a tiempo, cargo, salario, prestaciones y beneficios.

Para llevar a cabo este programa o "Plan de carrera" se debe tener en cuenta:

- a) Una política gerencial estratégica, coherente y sólida;
- b) Un apoyo decidido y constante de la alta dirección;
- c) Sistemas de retención de personal adecuados (por ejemplo: compensaciones acordes con el desempeño, reconocimiento al mérito, el "feed-back" necesario;
- d) Un entorno laboral dinámico y motivador, y
- e) oportunidades y apoyo en situaciones de riesgo.

Un "Plan de carrera" debe ofrecer a un individuo sobresaliente, de potencial elevado, la posibilidad de encontrar un reto profesional de manera permanente, que lo conduzca a dar lo mejor de sí mismo, para bien de la empresa y para su propia conveniencia, dentro de un marco de una estrategia de negocio ambiciosa y necesaria, porque debe trascender las fronteras nacionales. Lógicamente, para que este plan funcione se necesita una dirección de Recursos Humanos fuerte y bien estructurada, para que sea el órgano facilitador, integrador y propulsor del programa.

El activo fundamental con que cuenta una empresa a la hora de generar una ventaja competitiva es su personal, su grupo de colaboradores, y son precisamente las ventajas competitivas las que permitirán a las empresas permanecer y sobresalir en la época de la globalización. ¿Por qué? Porque el valor agregado de la empresa siempre lo dan sus colaboradores.

Si una empresa quiere competir con garantías de éxito, no sólo en un mercado doméstico sino en uno internacional, tendrá que ser capaz de generar un entorno profesional que le permita atraer, desarrollar, motivar y retener a las personas que requiere para llevar adelante sus actividades en términos competitivos.

Los esfuerzos que las empresas deben hacer en el campo de la capacitación de su personal, para afrontar el desafío impuesto por la globalización, deben enfocarse hacia la formación de líderes que acepten y asimilen este cambio y conduzcan a su empresa hacia el alcance de resultados que le permitan actuar y permanecer en mercados y situaciones cada vez más amplios y perseguidos.

Pero los programas de gestión humana, como los "planes de carrera" y sus similares, no son únicamente para profesionales o empleados de carácter administrativo o de niveles gerenciales: deben practicarse también en los niveles de personal operativo, de base. Esto es importante considerarlo porque se suele cometer el error de pensar y actuar más en los empleados administrativos que en los obreros o trabajadores de los niveles operacionales. Para toda organización, desde el punto de vista del valor y del desarrollo del factor humano, debe tener la misma importancia y mantener el mismo interés, el gerente de ventas y el ensamblador o empacador de partes.

Es necesario conservar y retener a los mejores empleados, y para lograrlo se requiere practicar políticas que incluyan una serie de incentivos, los cuales, en la práctica, dependerán de la personalidad y comportamiento del empleado. Dentro de sus incentivos amerita recordar los siguientes: reconocimiento, respeto, retribución económica, poder, control y promoción.

Algunos empleados se motivan con más vacaciones, otros con proponerles nuevos retos. Pero descubrir eso es la parte complicada y al mismo tiempo, es un desafío para el gerente de recursos humanos.

OBSTÁCULOS Y DIFICULTADES PARA LA GLOBALIZACIÓN

Es fácil comprender que los grandes cambios que implica un fenómeno económico como la globalización, deben hacerle frente a diferentes obstáculos y dificultades que es necesario salvar y superar. Entre ellos se pueden anotar los siguientes:

- 1) El traspaso de fortunas y capitales: se está produciendo un traslado de las grandes fortunas del Club de los Siete países más prósperos, hacia los países asiáticos, especialmente hacia el bloque Asia – Pacífico. Lo cual no deja de ser preocupante desde el punto de vista del comercio y las relaciones económicas entre y con esos países.
- 2) La presencia de una era de bajos salarios, porque los empleos se volverán globalmente nómadas, y la competencia laboral estará basada en los costos. Así, la hora hombre de un obrero industrial alemán vale US \$32 mientras que en la China vale US \$ 0.50; un auxiliar de contabilidad en Inglaterra gana US \$25 por hora, mientras su homólogo de las Filipinas gana US \$3, y para reducir costos los trabajos móviles se irán a regiones de salarios bajos, desplazando la mano de obra más costosa. De allí que las empresas continuarán movilizándose con más intensidad actividades laborales de región a región. Ya se presentaron desplazamientos en los

años ochenta hacia España y Portugal; en los noventa Alemania trasladó muchas actividades hacia Europa Central y Oriental (zonas de menores costos); Estados Unidos y Canadá lo están haciendo hacia Polonia y muchas compañías europeas tienen en su mira a China.

- 3) Un mundo comprimido: la predicción es que habrá un mundo único y un mercado único. Se necesitará afrontar una liberación más amplia y general en el comercio internacional, que estará eliminando cada día los controles al intercambio. Decaerá sensiblemente el proteccionismo y regirá en mayor amplitud la red mundial de información (WWW).
- 4) El posconsumo: las compras dependerán de la calidad y de la ética empresarial. En un mar de oportunidades, las marcas tradicionales sobrevivirán dependiendo de la calidad de los productos, de la ética de las empresas y del valor agregado; habrá presión de grupos de consumidores a través del Internet, para con las compañías que estén en contra de sus deseos.
- 5) El federalismo económico, porque los países se asociarán para conseguir poder y protección. Las naciones continuarán agrupándose para aumentar su poder de negociación, ensanchar sus mercados y protegerse de la volatilidad de los mercados financieros.

EL CAMINO A SEGUIR

Para resolver los problemas anteriores tenemos que aprender a aplicar varias soluciones posibles que nos indicarían el camino a seguir. Algunas de ellas son las siguientes:

1. Aprender a desenvolvemos en culturas y entornos desconocidos, en los cuales hay desconfianza hacia empresas extranjeras. Esto exige mucho más que aprender el idioma oficial.
2. Conformer lazos de unión: creando relaciones personales y laborales con lealtad y transparencia. Por ejemplo, lo que han hecho Shell con Tailandia e Indonesia y General Electric con Malasia.
3. Organizando y creando "Joint – Ventures", para que sean asociaciones con respeto mutuo, inversión y beneficios compartidos.
4. Construyendo nuevas y mejores vías de acceso, con el fin de expandir los negocios a otras zonas de la región y exportar así las experiencias, recursos e inversiones.
5. Innovando productos y servicios: ya no es válida la guerra de precios como estrategia para sobrevivir. Para esta innovación es básico comprometer a los empleados en la búsqueda del éxito, convenciéndolos de que crean en la satisfacción del cliente y se comprometan con el mejoramiento continuo.

6. Internacionalizar las juntas directivas: una empresa que aspire a globalizarse debe incluir en su junta directiva representantes de los países en donde opera.
7. Desarrollar una nueva cultura corporativa: la alta gerencia debe procurar una sola identidad a través de toda la organización, empleando su recurso humano internacional. Debe facilitar la transferencia entre regiones, de los conocimientos y experiencias en mercado y ventas y aceptar las diferencias regionales. Sirven como ejemplo los comportamientos de Disney en Francia, McDonald en la India y Coca – Cola en el Japón.

Adicionalmente las empresas se deben globalizar por tres razones importantes:

- a) La necesidad de compartir los conocimientos.
- b) El incremento de los costos operacionales.
- c) Las ventajas de la estandarización.

Sólo así lograrán encontrar y aprovechar las economías de escala.

INSTRUMENTOS PARA LA GLOBALIZACIÓN: COMUNICACIÓN E INFORMACIÓN

La globalización no sería posible sin el aprovechamiento de los avances tan sorprendentes de las comunicaciones y la información. El Web es el medio para el Siglo XXI, un fenómeno en los medios de comunicación por su acogida y desarrollo impresionantes y los proveedores de tecnología se dan cuenta de estos cambios y por eso ya no se habla únicamente de Internet, sino también de nuevos mecanismos como los "Inforartefactos", diseñados para dar acceso a los consumidores finales desde su hogar, con el fin de que se puedan obtener bienes y servicios por medio de la televisión interactiva, por ejemplo.

Todo eso va a masificar el acceso a los servicios de la informática con su consiguiente impacto sobre los mercados para las empresas comprometidas con la globalización de la economía. La tecnología, las comunicaciones y la informática han hecho mucho más complejos los negocios, desde el ángulo de sus estrategias, su planeación y ejecución. Se dispone de campos mucho más amplios, de más y mejores herramientas y un sin número de oportunidades. Pero ya hoy no se puede improvisar ni se permite la mediocridad. Nos tenemos que dedicar al negocio en el que somos mejores y para no dejar de serlo, todos los días debemos superarnos y auto desafiarnos.

INFRAESTRUCTURA FÍSICA

Participar en este proceso será un reto permanente para nuestro país, porque incluye, además del uso y asimilación de las nuevas tecnologías, la elevación de la productividad y el mejoramiento de la competitividad. Asumirlo implica asegurar unas condiciones de igualdad con el resto del mundo. Una de ellas es poseer una infraestructura física adecuada, suficiente y moderna, que permita el transporte y manejo eficientes y económicos de todo lo que se aspire a transar en los mercados internacionales. Debemos pues, ponernos al día en carreteras, puertos, ferrocarriles, puentes y aeropuertos. Para ello se requiere la participación del sector empresarial privado, aunada a una acción estatal eficiente y oportuna, incluida en su plan de inversiones públicas.

FRANQUICIAS

Es bien sabido que las franquicias conforman un instrumento importante y complementario para participar positivamente en la globalización de la economía. Porque las franquicias, sean de marca, producto o proceso de producción, sobrepasan las restricciones impuestas por los bloques económicos y por los intereses de las multinacionales, al garantizar al franquiciado en cualquier parte del mundo, el respaldo necesario para actuar u operar satisfactoriamente. Según la Federación Nacional de Comerciantes (FENALCO), todavía hoy el 60% de los empresarios colombianos desconoce el concepto de franquicia.

CALIDAD TOTAL

Con la globalización la calidad cobró una importancia aun mayor y se volvió un factor necesario para determinar la competitividad de bienes y de servicios en los mercados mundiales. Pero no es sólo calidad para los productos: es calidad total para el manejo y la operación de las organizaciones y de sus procedimientos, que deben establecerla y conservarla para sus clientes externos y para sus clientes internos, representados en la mayor proporción por su personal. Es necesario recordar que esta "Filosofía" no admite errores y busca que quien hace algo debe hacerlo bien desde la primera vez. Esta es una exigencia adicional para los programas de capacitación y entrenamiento de personal.

Los consumidores globales son los que imponen las condiciones en el mercado mundial, estabilizan su ritmo de demanda y satisfacerlos plenamente con productos de calidad total, también debe ser una prioridad empresarial, que incluye lograr un balance entre las metas corporativas y las demandas del mercado.

En esto desempeñará un papel principal el intercambio electrónico de información, para llegar a la hoy llamada "inteligencia de mercadeo".

EL CAPITAL INTELECTUAL

De acuerdo con el Instituto para el Desarrollo Gerencial (IMD) de Lausana, Suiza, el capital intelectual es una de las partes más importantes de cualquier compañía, por encima de sus activos fijos y financieros. Son las personas y no la empresa (dueña y controladora), las que constituyen la fuente de la ventaja comparativa. Por sus conocimientos, su inteligencia, sus actitudes y cualidades, poseen un activo intangible que se identifica como el capital intelectual. Las empresas tratan de reclutar las mejores personas para hacerse a ese capital y aprovecharlo adecuadamente, entregándoles las herramientas necesarias para su trabajo. Sin embargo, a veces esto puede ser insuficiente, porque los empleados deben beneficiarse al máximo de la infraestructura organizacional para aplicar así, en la mejor forma posible, sus conocimientos e inteligencia; es decir, su capital intelectual.

Dentro de este contexto también parece procedente considerar dos factores íntimamente relacionados con el desempeño del factor humano: la autoeficacia y la autoestima. La primera persigue crear confianza en nosotros mismos y convencernos de que somos capaces de hacer determinado trabajo. La autoeficacia nos lleva a enfrentar temores y a actuar dejando a un lado el pesimismo.

La autoestima es la manera como uno se siente consigo mismo y como se valora. Es el culto que le brindamos a nuestras aptitudes, capacidades y cualidades, sin caer en el narcisismo. Es necesaria para lograr la autoeficacia y creer en nosotros mismos; es el orgullo sano que toda persona debe tener para sentirse bien. Con autoeficacia y autoestima será más fácil que una persona sea más productiva y ya sabemos la importancia de la productividad del factor humano para que la empresa opere en un mercado globalizado.

GLOBALIZACIÓN Y GERENCIA DE RECURSOS HUMANOS

No es fácil ni posible, al menos a corto plazo, que un gerente acumule todo el conocimiento e información, que adquiera las habilidades y destrezas y cultive todas las actitudes y valores que necesita en su gestión administrativa exigida por la globalización. De allí que sea imprescindible establecer prioridades y jerarquías. Debido a la velocidad de los cambios actuales, cualquier conocimiento adquirido hoy seguramente será obsoleto en los próximos dos o tres años. Por

eso es necesario mantener un proceso continuo de aprendizaje y aumentar o perfeccionar las destrezas que permitan una gestión gerencial más eficiente.

Por eso también los gerentes de hoy no sólo deberán dominar un idioma internacional (inglés, francés o japonés), sino que deben adquirir una cultura funcional en los idiomas técnicos de la administración. Deben manejar ideas y conceptos macroeconómicos, sociológicos y políticos; discernir su patrón de comportamiento, su significado, las decisiones que implican, las acciones que exigen y las consecuencias que acarrearán. Hacer esos conceptos inteligibles para su grupo de colaboradores en la empresa y convencerlo luego, motivarlo y dirigirlo, para que todos ellos puedan, en equipo, alcanzar los objetivos organizacionales.

El gerente de recursos humanos debe crear el ambiente que motive a todo el personal de la empresa para pensar y actuar positivamente, brindándole las oportunidades de ejercer su iniciativa dentro y fuera de la empresa, y para manejar todos los elementos de que disponen con el fin de asegurar su desarrollo y llegar así a ser óptimos colaboradores.

Las exigencias de la globalización requerirán la formación de gerentes líderes en su campo de acción. Además de poseer una preparación pluridisciplinaria, ser gerentes multiculturales con conocimientos tecnológicos, financieros, comerciales y humanísticos; deben revelar capacidades y virtudes para liderar equipos de trabajo que serán necesarios para lograr los objetivos en crecimiento, productividad, competitividad y rentabilidad, en cualquier organización participante en la globalización.

Un aspecto fundamental de la gestión administrativa se centrará en la dirección del recurso humano. El aprovechamiento óptimo del personal de la empresa será un factor decisivo para que ella enfrente la inmensa competencia inherente a la apertura de los mercados y para que se beneficie de las nuevas y mayores oportunidades.

Puede afirmarse que en los próximos años la gestión gerencial se enfocará hacia la administración y desarrollo de las personas, pues de ellas dependerá, aún más que hoy, el nivel competitivo de las organizaciones. Para las operaciones de carácter mundial de las empresas occidentales, especialmente con países como China, Japón, India o Arabia Saudita, será casi imprescindible, más que traductores lingüísticos, intérpretes culturales. De allí que hoy también se hable de "gerentes con cerebro global" y de "gerentes ciudadanos del mundo".

Para el gerente del Siglo XXI su gran prioridad será administrar desde el punto de vista de la globalización todo su capital humano. En cierta forma, como lo anota un estudio de Amrop Internacional para la Escuela de Administración de Negocios de Harvard, el gerente general debe convertirse en gerente de recursos humanos de su organización para que "se pueda llevar a la gente adecuada a la posición adecuada". Este mismo estudio anota que el 53% de las experiencias y habilidades requeridas en un gerente, debe dirigirse hacia el desarrollo del factor humano.

45

ALGUNAS CONSIDERACIONES FINALES

La administración, sus sistemas, sus paradigmas y sus procesos, han experimentado una serie de cambios y la atención y aplicación de no pocas teorías. El "Taylorismo", la toma de decisiones, la motivación, la administración por objetivos, las teorías X y Y, la excelencia, el mejoramiento continuo, la reingeniería, etc., han formado escuelas, adeptos y simpatizantes por doquier. Unas han perdurado y otras han sido "modas" o temas de interés para seminarios y foros. Pero lo que sí ha sido una constante en todas ellas es la administración del personal, la gestión humana, las relaciones industriales, la gerencia del recurso humano, y la razón de esta permanencia está en la indudable trascendencia y necesidad de la persona y sus valores para el funcionamiento y la supervivencia de cualquier ente social.

La globalización de la economía hace resaltar esa necesidad. Y como ese fenómeno de gran cambio no es una moda sino un proceso irreversible y progresivo, el manejo y la gestión administrativa exigirán más atención y más medios para adaptar e involucrar el personal en forma constante, creciente y eficiente; es ese proceso el que signará el presente milenio.

La gerencia de recursos humanos tendrá que concentrar su actuación en el cambio que acarrea la nueva era de la globalización. Debemos hacerlo, tenemos que hacerlo. De lo contrario, nuestras empresas no sobrevivirán, ni Colombia podrá ser un país competitivo en el mercado mundial.

BIBLIOGRAFÍA

DRUCKER, Peter F., "Una Nueva Dimensión de la Administración", editorial Norma; Bogotá, D.C., 1987

JARILLO, José Carlos, " Dirección Estratégica": Editorial Mc Graw Hill; España, 1989.

KOONTZ y O'DONNEL, "Curso de Administración Moderna"; editorial Mc Graw Hill, Bogotá, 1976.

ROBBINS, Stephen P., "Comportamiento Organizacional "; editorial Prentice Hall, México, 1999.

TALPAERT, Roger, "La Gerencia en el siglo XXI"; editorial FCE, México, D.F., 1989.

E

L SEMICÍRCULO DE LA UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

47

**Reinaldo Núñez
Jesús Hernando Pérez
Calos Luque A.
Juan Carlos Arévalo**

CIVILIZAR

*Al escuchar tan hermosa melodía mi espíritu se deleitaba cada vez más ,
mi alma encontraba un fascinante nuevo mundo y mi corazón
empezaba a enamorarse locamente, ¿que melodía despertaba
esta pasión en mí?: la maravillosa melodía de las matemáticas,
una obra maestra potencialmente infinita, compuesta por matemáticos
maximales enamorados de ella, y dirigida a todos los seres humanos,
los cual tenemos el privilegio de deleitar nuestro espíritu desde el mismo
momento de nacer; y por que no, llegar a ser uno de los grandes compositores.*

Melkin Garzón
*Estudiante de la Escuela de Matemáticas
Universidad Sergio Arboleda.*

RESUMEN

Se proponen métodos para ayudar a la solución del problema de los talentos matemáticos tempranos y de su formación. Se proponen también métodos para el desarrollo de la creatividad matemática a través de varios programas: Talento matemático, apreciación matemática, seminarios abiertos, trabajo con pares e investigación en la organización de didácticas específicas.

ABSTRACT

This article proposes different approaches to manage and develop early mathematical talents and mathematical creativity. These methods include strategies such as mathematical creativity planning, mathematical skill development, mathematical assessment, open seminar, workshops with colleagues and research on the structuring of specific didactic methodologies to address the problem.

PALABRAS CLAVES

Semicírculo, deserción escolar, mundo académico, organización educativa, matemática elemental, talento matemático, educación matemática, creatividad a nivel elemental.

ANTECEDENTES

En el mes de junio de 2002 se inició, formalmente, el proyecto "Fundamentos Matemáticos de la Educación Matemática, parte I: Aritmética", apoyado por Colciencias y adelantado por el grupo de la Escuela de Matemáticas *MUSA.EI* con sede en la Universidad Sergio Arboleda (U.S.A.). A este grupo, liderado por el licenciado Jesús Hernando Pérez, Profesor Emérito y jubilado de la Universidad Nacional, profesor de tiempo completo de la Universidad Sergio Arboleda (U.S.A), pertenecen como miembros fundadores los profesores Reinaldo Núñez Director de la Escuela de Matemáticas de la U.S.A., Carlos Luque A. de la U.P.N. y de la U.S.A., Joaquín Luna profesor investigador de tiempo completo de la U.S.A. hasta el año 2002 y Juan Carlos Arévalo profesor del Instituto Merani y estudiante de matemáticas de la U.S.A.

Una de las primeras actividades de este grupo de investigación fue la organización del Primer Encuentro de Aritmética que en esta primera ocasión se realizó conjuntamente con la U.P.N.

El propósito fundamental del proyecto es organizar diferentes didácticas de la matemática bien fundamentadas en su disciplina, en su historia y en su filosofía, de tal manera que puedan ser utilizadas por todos aquellos docentes cuyas fortalezas académicas más importantes están en el conocimiento matemático y que por algún tipo de razón no se sienten atraídos por disciplinas como la Psicología, la Sociología, la Antropología, la Lingüística y aún la Informática. Los miembros del equipo *MUSA.EI* no hemos tenido la oportunidad, o no hemos sentido la necesidad de recibir un entrenamiento serio en ninguna de las teorías que pertenecen a estas últimas disciplinas y por ello, no nos atrevemos a trabajar con proyectos didácticos fundamentados en ellas. Toda nuestra experiencia pedagógica, que ha sido bastante amplia y muy eficiente, se ha inspirado fundamentalmente en la extraordinaria actividad de los grandes creadores de conocimiento matemático, la mayoría de ellos excelentes educadores, y en las grandes teorías creadas por ellos, razón por la cual estamos convencidos de la posibilidad de construir una didáctica autónoma, invariante bajo las múltiples opciones que pueden construirse con los aportes de las ciencias

humanas, de la informática, de la recreación y de los deportes. Esto no implica, de ninguna manera, que seamos ajenos a desarrollos académicos inspirados en mundos intelectuales diferentes al de la matemática; de hecho, el director del grupo ha participado en pequeñas investigaciones de carácter sociológico y lingüístico pero, eso sí, acompañado de expertos en el área; así mismo, en el grupo se maneja un enfoque sociológico para la manera de entender el trabajo académico.

A medida que el proyecto se fue desarrollando han venido apareciendo nuevas actividades, nuevos interrogantes, nuevas propuestas, y por supuesto, nuevas formas de entender la formulación inicial del trabajo del grupo. Buscando formas de experimentar las didácticas en elaboración, surgió la idea de trabajar con grupos de niños del Instituto Merani y apareció, entonces, dentro del grupo, el tema de los talentos o de los estudiantes especiales por su mayor rendimiento académico o por su mayor interés en los tópicos académicos. En este punto los aportes del Instituto Merani han sido definitivos.

Paralelamente se empezó a elaborar una analogía que ha resultado muy fructífera y que ha servido para presentar las nuevas actividades del proyecto: comparar el mundo académico de las matemáticas con el de la música, siguiendo el método del pitagorismo.

En varios aspectos, el mundo académico de la música es mucho mejor organizado que el de los matemáticos; por ejemplo, hay allí una división del trabajo casi milimétrica: existen compositores, arreglistas, virtuosos, directores, críticos, melómanos, gestores, mecenas, etc. Todo este tipo de académicos existe en diferentes niveles: popular, semipopular, y el nivel conocido como música clásica o culta. Y hay algo que es definitivamente lo más extraordinario: los niños y las niñas desde muy temprana edad pueden realizar actividades creativas dentro el mundo académico de la música.

Estas características diferenciales producen un poco de envidia pero más que todo, admiración. Y para rebasar la copa, en el mundo musical se inventó, hace ya un buen número de años, una forma de trabajar que ha sido realmente útil y que otras disciplinas desafortunadamente no utilizan: el conservatorio.

El conservatorio, más que una institución, es realmente un método; un método que permite a los niños y a las niñas trabajar y desarrollar su talento musical. Hay grupos musicales constituidos por niños – como el caso de los niños cantores de Viena (óigase bien, no por niños matemáticos de Viena); los niños y las niñas con talento musical pueden participar en concursos y pueden hacer giras como

parte de grupos concertistas - y tales niños y niñas se sienten a gusto desarrollando estas actividades.

He aquí la pregunta central:

¿Tiene la música algo de particular que se deja trabajar por los niños?

Seguramente sí pero, cualquier respuesta que se le dé a esta pregunta es también aplicable a la matemática, con los ajustes del caso.

¿Y entonces, por qué no construir metodologías similares en el mundo académico de las matemáticas?

El *SEMICÍRCULO* es, entonces, el método análogo al conservatorio para el caso del trabajo académico en matemáticas. El *SEMICÍRCULO* resuelve la siguiente ecuación pitagórica:

$$\frac{\text{Matemática}}{\text{Música}} = \frac{X}{\text{Conservatorio}}$$

Dado que las condiciones de trabajo en las organizaciones educativas no son favorables para el desarrollo pleno del talento matemático, entonces, invitemos a estos(as) niños(as), adolescentes y jóvenes a trabajar en los SEMICÍRCULOS. Pero los adultos y las personas de la tercera edad también son talentosas matemáticamente; que vengan también a los SEMICÍRCULOS.

¿Por qué este nombre?

Explorando un poco la historia de nuestra disciplina y tratando de encontrar algún antecedente, se puede afirmar que muy probablemente el inventor del método conservatorio fue Pitágoras. Para ser más exactos Pitágoras se inventó un método antecesor del método conservatorio.

Pitágoras fue un extraordinario educador matemático –ojo: la educación matemática se inició con la matemática misma– y en ejercicio de su magisterio fundó varias instituciones: la primera en Samos la llamó justamente semicírculo, y esto por dos razones básicas, el lugar donde se reunía con sus discípulos, un teatro, tenía la forma de medio círculo; pero además, según él predicaba, su propósito educativo era alcanzar la perfección en la siguiente re-encarnación, y la perfección en el pitagorismo estaba representada por la circularidad y así, en el largo recorrido hacia el estado de sabiduría plena tal vez logaran, en esta vida, llegar a la mitad (1).

Pero claro, lo importante no es el nombre puesto que es apenas un símbolo; lo fundamental es que Pitágoras recibía como alumnos a familias completas, niñas y niños incluidos; pero también a personas de la tercera edad, pues todo el mundo tiene derecho a la perfección y a reencarnarse en un ser superior.

Obviamente, nosotros no creemos ya en la reencarnación, pero sí en la posibilidad que tiene toda persona de convertirse en alguien más sabio cada día. Pues he aquí una de las consignas más importantes del Semicírculo: el conocimiento matemático, la práctica del mismo, contribuye a una mayor sabiduría y muy posiblemente a la mayor perfección en esta vida.

EL SEMICÍRCULO de la Universidad Sergio Arboleda arrancó con cuatro actividades complementarias: la vinculación de niños mayores de diez años a las actividades de la carrera de matemáticas, la organización de cursos de apreciación matemática abiertos a todas las personas que quieran mejorar sus relaciones con nuestra disciplina, la realización de un seminario abierto sobre lógica y la organización de pequeños grupos de trabajo, en los cuales pueden participar niños, dirigidos por un profesor investigador. Durante el segundo semestre del 2002, ocho niños del Instituto Merani tomaron, con resultados muy satisfactorios, el curso de Aritmética de la carrera dictado por el profesor Carlos Luque, quien con su experiencia en la U.P.N. y en la U.S.A. ha logrado conformar un programa muy actualizado y muy orientado a la creatividad. En el primer semestre del 2003, siete de los ocho niños continuaron con dos cursos más, siete nuevos niños del mismo Instituto iniciaron este trabajo, junto con cuatro niños de otros colegios de la ciudad. Por otra parte, cerca de 30 personas se inscribieron al primer curso de apreciación matemática, cerca de 40 se vincularon al seminario de lógica de la Universidad Sergio Arboleda y hay cuatro grupos de trabajo funcionando.

Otro antecedente interesante es el trabajo realizado, durante tres años, hace ya unos diez años, por el grupo AMA en un colegio del sur de Bogotá, donde 50 niños de las escuelas del sector, de grado quinto, se reunían a trabajar dos veces por semana con miembros del equipo AMA. Por falta de recursos esta experiencia no pudo continuar (2).

JUSTIFICACIÓN

La deserción escolar tiene dos grandes modalidades: la física y la espiritual. El primer caso, el más conocido, estudiado y trabajado como un grave problema, es simplemente aquel en el cual algunos de los niños, niñas o de los adolescentes y jóvenes simple y llanamente se retiran de la institución educativa; el segundo

tipo, llamado por otros especialistas "deserción del conocimiento", menos estudiado, es el del abandono espiritual; los(as) estudiantes están allí en cuerpo pero no en alma, no hay desarrollo para sus intereses estrictamente académicos, asisten regularmente a la institución y es posible que lo hagan de muy buena gana, pues allí están algunos de sus amigos pero, no encuentran en el ámbito escolar las respuestas a los interrogantes que se van formulando. En los periodos de descanso, en los recreos, se ven claramente las grandes diferencias: un buen número de estudiantes se distrae jugando, otros, por el contrario, en grupos o aisladamente se acomodan en las esquinas o en los rincones hablando o simplemente mirando, están como ausentes.

Naturalmente, entre estos desertores espirituales hay diferentes casos; el que nos interesa aquí es el de los llamados "nerds" o simplemente "chupas", verdaderos marginados escolares, quienes por su mayor rendimiento académico deben soportar las burlas de algunos de sus compañeros y en algunos casos, de ciertos profesores e incluso de sus propios familiares (3).

Las personas tienen motivaciones muy diversas, muchos se inclinan por el juego y el deporte pero otros, se van motivando e interesando por las actividades estrictamente académicas, especialmente aquellos o aquellas provenientes de hogares en los cuales la actividad académica es la principal o en todo caso muy importante. No es extraño que un niño o niña nacida en un hogar de músicos se interese o se motive por la música; de la misma manera, tampoco debe extrañarnos que en un hogar en el cual se cultiva la ciencia o la matemática los niños o niñas que se crían en este contexto orienten su atención y sus intereses, tempranamente, hacia la matemática o hacia la ciencia. Cuando un padre o una madre de familia hace un esfuerzo grande para llevar a su hijo o a su hija a un colegio especial como el Refous o el Instituto Merani, esta pensando justamente en eso: que su niña o su niño desarrolle el talento académico que él (o ella) mismo(a) le ha venido inculcando y cultivando.

Infortunadamente, la gran mayoría de las organizaciones educativas no tienen las condiciones para reintegrar a estos marginados intelectuales; los educadores, por ejemplo, no tienen el tiempo para ello y deben trabajar con grupos de cuarenta o cincuenta niños y así, no hay talento que se pueda desarrollar, deben dedicarse a manejar, de la mejor manera posible, estos grupos tan numerosos en los cuales hay todo tipo de talentos.

Para el caso de la matemática, la situación comienza a hacerse mucho más grave, pues varios programas de formación de docentes han reformado sus currículos, lo cual era necesario, pero infortunadamente han iniciado sus nuevas

actividades bajo la terrible consigna de "El profesor de matemáticas no debe ser matemático"; arrancó así una marcha peligrosa: hacia el analfabetismo matemático de los profesores de matemáticas. Porque la cruda verdad es la siguiente: quien no es creativo y talentoso matemáticamente, no puede ayudar a otros a que sean creativos y talentosos en esta disciplina. Naturalmente, el profesor de matemáticas debe recibir entrenamiento en disciplinas educativas que le ayuden a desarrollar mejor su trabajo en ese complejo mundo de las organizaciones educativas; pero, de allí a predicar que no debe ser matemático, hay una diferencia cualitativa radical: el profesor de matemáticas debe ser educador y al mismo tiempo matemático. Obviamente se trataría de ver, entonces, que tipo de matemático debe ser; y la respuesta esta a la vista de todos aquellos que trabajan seriamente la matemática: debe ser un matemático, por lo menos, a nivel elemental.

Un buen número de matemáticos y de educadores matemáticos han emprendido acciones para resolver este problema de la deserción espiritual y de hecho han logrado importantes resultados. Un ejemplo interesante es el de las olimpiadas matemáticas, actividad que lleva ya un buen número de años y que en nuestro país la dirige el equipo de la profesora María de Losada. En Chile, España, Estados Unidos, Venezuela, Grecia, Bulgaria y otros también se ha venido trabajando en la búsqueda de una buena solución, diferente a la de las olimpiadas, para solucionar esta limitación del sistema educativo; sin embargo, en ninguno de estos casos se ha propuesto la fórmula que planteamos en nuestro proyecto y mucho menos con el nombre que hemos escogido. El proyecto SEMICÍRCULO es, por lo pronto, único en Colombia y al parecer en el mundo.

Nuestro proyecto tampoco se parece a aquellos que funcionan por períodos muy cortos: los clubes de matemáticas. La idea de club es muy antigua y muy interesante pero depende demasiado de una o dos personas y no busca brindarles a los estudiantes una propuesta a largo plazo como sucede con el método conservatorio, y al igual que en las olimpiadas y otros proyectos, no hay la posibilidad de ir realizando la carrera de matemáticas, aunque esta no sea la profesión definitiva escogida por el estudiante. Nuestro SEMICÍRCULO, al igual que los conservatorios, ofrece la oportunidad de obtener este título para aquellos talentos que libremente escojan la carrera de matemáticas como su carrera o como una de sus carreras.

ENFOQUE TEÓRICO

EL MUNDO ACADÉMICO

El proyecto SEMICÍRCULO se enmarca dentro del propósito de ampliar, desarrollar y fortalecer la cultura matemática en sus diferentes aspectos,

especialmente en el estrictamente académico y muy particular en el de la educación matemática.

Las comunidades académicas, entre ellas la de las matemáticas, funcionan siguiendo rituales muy estrictos que persiguen un propósito fundamental: vincular nuevos talentos a los grupos de investigación para dinamizarlos, fortalecerlos y garantizar su continuidad.

La actividad académica fundamental es la investigación y alrededor de ella se organizan otras actividades y se construyen y se hacen funcionar instituciones que garantizan mejores condiciones para el trabajo investigativo (4). Las personas, sus actividades, las instituciones que apoyan el desarrollo y el fortalecimiento de la investigación, junto con los resultados de la misma, constituyen el mundo académico tan importante y fundamental para el bienestar de toda comunidad moderna.

El mundo académico colombiano, particularmente en el área de las matemáticas, tiene grandes fortalezas pero al mismo tiempo importantes debilidades. Un buen número de universidades, pongamos por caso, han alcanzado niveles de calidad reconocidos internacionalmente y allí, funcionan grupos de investigación estables y muy dinámicos; sin embargo, en otras universidades ni siquiera se han planteado el tema de la investigación como algo crucial para el funcionamiento como instituciones educativas de nivel superior, y en consecuencia, no propician el funcionamiento de grupos de investigación.

Existen ya publicaciones y revistas de muy buena calidad pero, no hay recursos suficientes para mantener la regularidad que es indispensable. Una institución como Colciencias, impulsa y apoya el trabajo académico en todos los frentes pero, no cuenta con el respaldo decidido de los gobiernos y así, su presupuesto no alcanza para sostener los grupos de investigación como se debe.

Sin embargo, la debilidad fundamental del mundo académico colombiano es que el sistema educativo no está organizado para apoyar la investigación y menos para promover el talento y vincular a los(as) niños(as), adolescentes y jóvenes al trabajo académico que es tan particular y tan fundamental para toda sociedad moderna.

Pongamos un ejemplo: la inflexibilidad de los planes de estudio en las universidades impide que aquellos estudiantes con entrenamiento académico más sobresaliente se vinculen rápidamente al trabajo de los grupos de investigación;

y estos últimos no siempre abren sus puertas en forma también rápida a quienes con su talento golpean insistentemente estas puertas clamando por una oportunidad para respirar nuevos aires académicos. Esta rigidez curricular, necesaria en algunos aspectos pues en el entrenamiento académico se debe incluir aquella parte básica que identifica el área, se convierte en obstáculo cuando algunos aspirantes a investigadores trabajan con ritmos que son claramente superiores a los normales y por la rigidez del sistema no se los atiende. En todas las organizaciones educativas aparecen este tipo de casos y sin embargo, no hay políticas de flexibilización curricular que faciliten la llegada temprana de estos talentos a los grupos de investigación o a los niveles de formación más avanzados.

No se trata simplemente de competir sino, de mantener un buen nivel en el trabajo académico que garantice una mayor sintonía con el ritmo internacional. La interacción entre pares, esencia del trabajo académico es, por la naturaleza pública de esta actividad, internacional y entonces, aparece el reto principal: en algunos otros países los pares son cada vez más jóvenes.

Para alcanzar el nivel de investigador se requiere del dominio y del manejo de habilidades y destrezas que solo se pueden adquirir después de un largo proceso de entrenamiento. Consideremos dos ejemplos típicos.

En primer lugar, aprender a leer y escribir, por lo menos en la lengua materna y ojalá en inglés. Aunque parezca una trivialidad, leer no es algo simple pues se trata de entender, de la manera más fiel posible, lo que el autor de un escrito académico quiere decir y esto sólo se logra si se conoce la teoría o teorías que el escritor maneja y los métodos que utiliza para abordar los problemas que se plantean al interior de tales teorías. Escribir es todavía mucho más complicado, pues lo escrito escrito queda y en consecuencia es objeto del examen por parte de otros, actividad a la cual no estamos muy acostumbrados pues no nos gusta que nos evalúen. De hecho, el instrumento más importante para la interacción entre pares es la escritura – u otros medios equivalentes como los que acompañan las modernas tecnologías. Para publicar un buen artículo en una buena revista hay que escribirlo una y otra vez; por ello existen los llamados pre – impresos. El pre – impreso circula entre los pares en forma rápida y estos, entonces, analizan lo allí escrito y ofrecen sus opiniones al autor o autores; luego una nueva versión viaja entre pares evaluadores del comité editorial donde se pretende publicar lo que se ha escrito, y una vez más recibe el trato sin misericordia que merece todo trabajo de calidad. Se ve claramente, ahora, cómo la reversa de la escritura es la lectura: hay que saber leer para poder evaluar y emitir juicios razonables, justos e independientes de toda emotividad; y esto, no se aprende de la noche a la

mañana. Digamos ahora lo siguiente: los talentos se pierden porque no les permitimos el desarrollo de un espíritu crítico y que construyan técnicas de interacción con otros "pares". Por el contrario, los acostumbramos a cosas tan desagradables como la siguiente: a la primera crítica, se molestan, se ponen bravos y ya no saludan más a los que se atrevieron a proponer algo diferente (5).

En segundo lugar, el investigador debe aprender a manejar teorías, una o varias de aquellas teorías que son características o típicas del ámbito académico en el cual desarrolla sus investigaciones. Esto tampoco se aprende de la noche a la mañana, ni surge espontáneamente. Lo que sí surge espontáneamente son los imaginarios (6).

La imaginación es una de las actividades humanas más importantes, más dinámicas y más universales; casi se puede decir lo siguiente: la imaginación es lo que produce el cerebro en su funcionamiento más espontáneo, combina imágenes de manera totalmente libre y organiza historias o narraciones o cosas similares en forma, también, completamente libre. Estas construcciones de la imaginación pueden ser exclusivamente individuales o compartidas por grupos de personas y lo más importante es que se pueden convertir en creencias y en guías para la acción y por lo tanto, generar hábitos; y todo ello, en general, de manera inconsciente.

Las teorías también son producto de la imaginación y como los imaginarios, son relatos, narraciones o historias; solo que, las teorías se construyen conscientemente y en la interacción entre miembros de una misma comunidad académica. Las teorías matemáticas, como la geometría euclidiana, deben mucho a la imaginación de matemáticos como Euclides, pero también a la de Pitágoras y Eudoxio, además al juicio severo de todos los matemáticos que las han estudiado y que las vienen estudiando. Un imaginario como el comprimido en el grafito "todas las pereiranas son sordas", no es el producto de un estudio sistemático sobre la mujer pereirana sino, el resultado del chismorreo incontrolado de algunos machos con lengua muy afinada (viparina), que han logrado fabricar un chisme muy agradable (o desagradable) y bastante jocoso para muchos.

En la mente de todas las personas existen imaginarios, incluso en la de los académicos e investigadores, y por supuesto en la de los estudiantes de todas las edades. Algunos de tales imaginarios se oponen, en sus contenidos explicativos, a las teorías, otros coadyuvan al desarrollo de las mismas y otros simplemente son indiferentes.

Gastón Bachelard [GB], filósofo francés, introdujo la expresión "obstáculos epistemológicos" para referirse a todos aquellos imaginarios que obstruyen el desarrollo de las teorías y que por lo tanto deben ser excluidos y eliminados de las

mentes de quienes pretenden vincularse a un grupo de investigación, o como mínimo deben controlarse. Los imaginarios permiten encontrar respuestas rápidas a preguntas de diversa naturaleza, tales respuestas no siempre corresponden a hechos y datos, pero pueden ser tan convincentes que se toman como hechos y datos. "Todos los colombianos son ladrones" no es un hecho; pero es tan generalizada esta idea en varios círculos de personas y en algunos países que para ellas y ellos tal afirmación corresponde a un hecho real y actúan en consecuencia. En los aeropuertos de Estados Unidos someten a muchos paisanos a las requisas más humillantes porque "Todos los colombianos son narcotraficantes".

"El profesor de matemáticas no es un matemático" es un grafito (7) cargado de mensajes completamente contrarios al desarrollo del interés y la pasión por las matemáticas; es un típico ejemplo de imaginario contrario a lo que necesitan los niños(as), adolescentes y jóvenes de las escuelas y colegios, especialmente los talentosos que aspiran a trabajar seriamente en matemáticas lo más pronto posible y necesitan que su profesor o profesora los guíe.

Los talentos necesitan ambientes en los cuales puedan familiarizarse rápidamente con las teorías construidas por los académicos y dominar o hacer desaparecer todos aquellos hábitos tan característicos de la superficialidad; deben aprender lo más pronto posible a interactuar con puntos de vistas fundamentados en teorías, en hechos y en datos y no simplemente en meras ocurrencias. Las ocurrencias son fundamentales siempre y cuando se sometan a los controles típicos de la interacción académica, es decir, a la crítica fundamentada en teorías ya establecidas o en procesos de construcción, y no simplemente en opiniones protegidas por algunos imaginarios o por argumentos de autoridad descontextualizados.

En fin, se podrían presentar otros ejemplos para mostrar que los hábitos académicos no son tan simples de adquirir; sin embargo, los dos que se han escogido muestran la imperiosa necesidad de iniciar estos procesos de inculcación académica lo más pronto posible. El SEMICÍRCULO es una propuesta para apoyar estos procesos de acercamiento rápido y sistemático al mundo de las teorías de la investigación y del trabajo académico.

LA FUNCIÓN ACADÉMICA DE LAS ORGANIZACIONES EDUCATIVAS

Las organizaciones educativas, particularmente las de nivel básico y medio, desempeñan diferentes funciones una de las cuales es la académica. En este proyecto asumimos que la función principal de una organización educativa es la académica, es decir, entendemos estas organizaciones como aquellas que la

sociedad ha construido para brindarle a los(as) niños(as), adolescentes y jóvenes, la oportunidad de irse vinculando al mundo académico. La especificidad de la organización educativa es precisamente esa: es el lugar donde se pueden adquirir y practicar hábitos académicos. Numerosas organizaciones educan: la radio, la prensa, el ejército, la familia, el barrio, la ciudad, son todas organizaciones educadoras; todas ellas ofrecen a las personas información y posibilidades de adquirir distintos hábitos. Aparece entonces la pregunta fundamental: ¿Cuál es, entonces, la especificidad de una organización educativa? En nuestra opinión, la respuesta es una sola: la escuela es la única organización en la cual es posible adquirir y practicar hábitos típicamente académicos. De lo anterior se sigue, entonces, que el educador no es simplemente un profesional más, es el representante principal del mundo académico en la organización escolar y así, debería ser un modelo académico y practicar los mejores hábitos académicos comenzando con el hábito de investigar, el hábito de pertenecer a algún grupo de investigación (8).

¿Qué imagen se puede formar un(a) niño(a), un adolescente o un joven de un educador que no investiga, o de un educador que no patrocina la actitud crítica?

Y para el caso de las matemáticas, ¿Cuál será la imagen consciente o no que los(as) estudiantes se forman de un profesor de matemáticas que ni siquiera maneja información matemática básica?

En las instituciones educativas, como en todos los grupos humanos, circulan multitud de imaginarios, todos aquellos que llegan del entorno mas los que son típicamente escolares, es decir, construidos en el contexto específico de la institución educativa y del mundo estrictamente educativo; por ejemplo, todos aquellos imaginarios sobre las matemáticas, sobre el rector o director, sobre el Ministerio de Educación, sobre las políticas educativas, sobre los estándares de evaluación, sobre la evaluación, sobre los matemáticos y los profesores de matemáticas, etc. Y el educador o la educadora, que también maneja sus propios imaginarios, debe hacer circular las teorías y difundir los hábitos específicos de la actividad investigativa; pero, si él o ella no cree en las teorías ni desarrolla proyectos de investigación, su función sería totalmente inútil pues se limitaría a la simple práctica y circulación de imaginarios, función que puede desempeñar cualquier persona y de multitud de maneras.

¿Y cómo diablos se investiga en una institución educativa?

Hay muchas formas de hacerlo; en este proyecto se propone una: trabajar con los talentos en alguna disciplina, vinculándose a un SEMICÍRCULO o al SEMICÍRCULO de la Universidad Sergio Arboleda.

LA MATEMÁTICA ELEMENTAL

La posibilidad de adelantar trabajo académico en matemáticas, en las organizaciones educativas, se desprende de otra hipótesis fundamental del proyecto SEMICÍRCULO: la actividad matemática se realiza en niveles, básicamente tres: elemental, superior y avanzado. Estos niveles corresponden a los de la organización del sistema educativo: básica y media, universitaria y de postgrado.

Aunque este principio no es nada nuevo, no se ha entendido muy bien como lo muestra el grafito "el profesor de matemáticas no es un matemático", o este otro acuñado muy recientemente: "entre más matemática sepa el profesor de matemáticas más confuso se vuelve". Lo que todavía no se ha entendido es que pueden existir matemáticos elementales; de hecho existen matemáticas elementales – geometría elemental, álgebra elemental, aritmética elemental, cálculo elemental, topología elemental, lógica elemental, etc. – y quienes las practican y las desarrollan pues son los matemáticos elementales.

En un extraordinario artículo titulado "Geometría elemental ayer y hoy" el profesor *Soviético* I. Yaglom [YI] señala, a propósito de lo elemental, las siguientes cosas:

1. La matemática elemental es aquella que se puede trabajar y desarrollar en las escuelas y colegios. Yaglom no dice que lo elemental es aquello que se puede enseñar en las escuelas y colegios; la afirmación que él hace se refiere a la práctica de las matemáticas, es decir, a la construcción de conocimiento matemático por parte de los estudiantes del nivel básico y nivel medio. ¿Ellos solos? Claro que no, con sus maestros. Una vez más aparece la necesidad: el maestro debe ser, él mismo, creador.
2. Así como las matemáticas avanzadas y superiores las desarrollan y practican en las universidades y en los institutos de investigación, las matemáticas elementales deben crecer, desarrollarse y practicarse en las escuelas y colegios.

¿Quiénes deberían hacer progresar la geometría elemental?

Según Yaglom, los educadores de las escuelas y colegios junto con sus alumnos.

Sin embargo, trabajando con grupos de 40 o más estudiantes y con niños y niñas cuyos intereses están orientados hacia otras disciplinas, esto resulta sumamente

difícil si no imposible. Por esta razón adicional, la propuesta del SEMICÍRCULO esta dirigida a los talentos.

TALENTOS TEMPRANOS

¿Qué son entonces los talentos?

Es aquí donde interviene la experiencia del Instituto Merani.

Los talentos no son fáciles de ubicar pues no se trata simplemente de niños(as), adolescentes o jóvenes hiperactivos o que sacan buenas notas.

El talento se puede formar y se requieren actitudes y aptitudes básicas; las más importantes, inicialmente, son las siguientes:

1. Actitud positiva frente al conocimiento en general y particularmente al conocimiento matemático. Desde muy temprano, y por distinto tipo de razones, especialmente por los ambientes familiares positivos, las personas se van interesando mucho mas en cierto tipo de actividades y no en otras; pongamos por caso, el gusto por la lectura. Similarmente, algunas personas, desde muy temprano, se sienten atraídas por temas científicos y matemáticos, se aficionan con ellos y empiezan a trabajar con ellos. Este es el punto de partida: el interés por el conocimiento, la formulación sistemática de preguntas típicamente académicas y la necesidad de responderlas.
2. Disciplina, persistencia y aptitud. No es suficiente el puro interés, se requiere alimentarlo, realizarlo en actividades. No basta afirmar ¡Qué interesante! O como dicen ahora ¡qué chimba!, hay que acompañar este tipo de expresiones con otras del estilo ¡Me gustaría averiguar mucho mas sobre el asunto! y luego de realizar cierta cantidad de actividades que se vuelva a exclamar ¡que chimba! Se necesita, además, aptitud; es decir, facilidad de apropiación del conocimiento.
3. Tolerancia a la frustración. En el mundo académico la frustración es muy frecuente, no todos los objetivos se pueden alcanzar; incluso, después de una gran cantidad de trabajo es posible que no se alcance ningún tipo de resultado. He aquí otra clave: hay que continuar o hay que tomar la grave decisión de cambiar el tema de trabajo. Eso si, no se puede fracasar todas las veces; pero, el fracaso es algo connatural al trabajo académico: hay problemas que no han sido resueltos y que han resistido el embate de grandes académicos, quienes, a pesar de este tipo de fracaso, han continuado su actividad investigativa. Un chico o una chica que se desespera y llora frente a un

determinado obstáculo no tiene todavía talento; o un chico o chica que nunca termina una tarea o actúa con indiferencia o indisciplina, tampoco tiene talento todavía.

4. Actitud crítica y asimilación de críticas. Como ya se menciona, el trabajo académico es eminentemente social, se realiza entre pares y así, la crítica entre pares es la herramienta fundamental para el desarrollo de la investigación. Todos los académicos, aunque también manejan imaginarios, procuran sustentar sus puntos de vista con criterio, es decir, respaldados en teorías fogueadas o susceptibles de ser fogueadas. Criticar o asimilar críticas no es nada sencillo pues siempre cabe la posibilidad de equivocarse o de emitir un juicio sin suficiente información o, siempre es posible actuar con arrogancia y eludir las opiniones de los demás o, también cabe la posibilidad de callar por miedo u otro tipo de razón cuando se percibe un error o algo que no anda bien. En fin, un talento debe practicar este difícil arte de criticar y aceptar ser criticado. Una vez más, si una persona se desespera frente a la crítica o no se atreve a formularla, todavía no es un talento.

El proyecto SEMICÍRCULO pretende, también, explicitar una buena fundamentación para el trabajo con talentos en matemáticas, iniciando con la construcción de una buena batería de pruebas para la ubicación de los talentos matemáticos, complementándolos con la formación de educadores matemáticos capaces de entender hechos tan fundamentales como el siguiente: los talentos necesitan procesos educativos adecuados a su condición particular.

LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

El proyecto SEMICÍRCULO pertenece, simultáneamente, al mundo académico de la educación y al mundo académico de las matemáticas. Esta afirmación está ligada a otro de los fundamentos teóricos del proyecto: entendemos la educación matemática como el mundo académico que resulta del encuentro y de la interacción de otros dos mundos académicos: el de la educación y el de las matemáticas; nuestros pares son, entonces, investigadores en educación - por ejemplo expertos en el tema de los talentos - e investigadores en matemáticas - por ejemplo expertos en geometría elemental o aritmética elemental o, en general en matemáticas elementales; pero, también en matemáticas avanzadas y superiores y por supuesto, expertos en trabajos con talentos matemáticos.

Los puntos de vista de estos colegas resultan absolutamente cruciales para los educadores matemáticos, especialmente en aquellos temas en los cuales estos

últimos no son expertos; este apoyo garantiza que el educador matemático maneje responsablemente las teorías y no se asfixie en el mundo de los puros imaginarios.

De otra parte, el trabajo con los talentos no es tradicional; se trata de organizar actividades en las cuales se repliquen las mejores características del trabajo académico y en el caso que nos interesa tales actividades deben permitir y conducir, como lo señala I. Yaglom, a la creación del conocimiento matemático por parte de los talentos. En este orden de ideas, el talento debe convertirse, lo más pronto posible en un matemático, y tal cosa solo ocurrirá si trabaja al lado de un "par", es decir, de otro matemático; en total, el (la) maestro(a), el(la) educador(a), debe ofrecer a estos talentos la riqueza que posee todo(a) matemático(a); pero, si aquel(la) no lo es, no estará en condiciones de compartir este precioso tesoro, pues no lo posee.

Naturalmente, no estamos proponiendo aquí que el educador matemático sea un matemático avanzado; es suficiente que su nivel sea el elemental. Lo que sí afirmamos, y en eso consiste el centro de nuestro fundamento teórico, es que el educador matemático debe ser un matemático, por lo menos, de nivel elemental; debe estar en condiciones de orientar a otros, y en especial a los talentos en este caso, en el manejo de los hábitos y destrezas de la creación matemática - tampoco afirmamos que esta creatividad deba ser exclusivamente original; la creatividad consiste en construir, autónomamente, caminos para llegar a un resultado inédito o ya conocido.

Paralelamente, el educador matemático también debe ser un académico en el ámbito de la educación; no es posible desenvolverse en el mundo educativo, como un académico, si no se maneja creativamente al menos una de las teorías del campo de la educación. Una vez más, imposible desarrollar actividades estrictamente educativas si no se es "educador". "El que sabe matemáticas las sabe enseñar" es otro de los imaginarios más negativos que circulan en las organizaciones educativas. En primer lugar, no se trata de "saber" matemáticas simplemente, es decir, no se trata de tener únicamente información matemática, se necesita hacerlas para saber cómo es que se hacen; en segundo lugar, no basta hacerlas pues el reto es hacerlas en una organización educativa específica en la cual se encontraran problemas cuya solución o cuyo tratamiento no puede siquiera formularse en el mundo académico de las matemáticas. Por ejemplo, responder a la problemática de los talentos no se puede simplemente con la técnica "teorema, demostración", se requiere otro tipo de teoría y de otros métodos, y el educador matemático, con su faceta de educador, debe saberlas manejar, o al menos estar dispuesto a manejarlas al lado de un experto.

OBJETIVOS

GENERALES

1. Contribuir al fortalecimiento y desarrollo de la cultura matemática y dentro de ella a la de la educación matemática, vinculando al trabajo académico en matemáticas a niños(as), adolescentes y jóvenes, lo mas pronto que sea posible.
2. Elaborar, desarrollar y aplicar didácticas de la matemática directamente fundamentadas en la matemática, en su historia y en su filosofía, y que puedan ser utilizadas por quienes tienen fortalezas académicas principalmente en el conocimiento matemático.
3. Ofrecer oportunidades de trabajo académico en matemáticas a personas de diferentes niveles de formación académica pero que están interesadas en mejorar su nivel de preparación en esta disciplina.
4. Vincular al desarrollo de los proyectos a docentes de diferentes instituciones educativas interesados en la formación matemática mas completa de sus estudiantes, especialmente aquellos alumnos que muestran un mayor interés y muy particularmente de los talentos.
5. Contribuir al enriquecimiento del trabajo académico en educación matemática desarrollando el principio básico: "El educador matemático debe ser, simultáneamente, educador y matemático".
6. Profundizar en la comprensión y aplicación del principio filosófico – sociológico según el cual el trabajo matemático se desarrolla en comunidad y en niveles; básicamente en tres: elemental (el que se utiliza o debe utilizarse por docentes y estudiantes de la educación básica y media), superior (utilizado por docentes y estudiantes de los pregrados) y avanzado (propio de la práctica de los estudiantes y docentes de los programas de posgrado).
7. Organizar una propuesta de modificación del sistema educativo que facilite el desarrollo de los talentos.

ESPECÍFICOS

1. Desarrollar en la Universidad Sergio Arboleda, y en otras instituciones educativas que se vinculen a los proyectos como el instituto Merani, diferentes sub-proyectos y actividades que desarrollen los objetivos generales y específicos aquí establecidos.
2. Elaborar diferentes tipos de documentos que difundan los resultados de los sub-proyectos que se adelantan en el marco de los proyectos SEMI-CÍRCULO y *Fundamentos Matemáticos de la Educación Matemática* y otros del grupo MUSA.E1.

3. Participar en diferentes eventos académicos nacionales e internacionales en los cuales sea posible presentar los avances y resultados de los sub-proyectos y de los proyectos mencionados, y vincularse a aquellos en los cuales sea factible adquirir nuevos conocimientos sobre los temas que trabaja el equipo de investigación.
4. Adelantar gestiones que permitan adquirir los diferentes tipos de recursos que necesitan los proyectos y sub-proyectos, particularmente aquellos que garanticen una interacción permanente con pares académicos nacionales e internacionales.
5. Organizar y desarrollar actividades de consolidación de los proyectos y sub-proyectos y que garanticen la interacción eficiente, efectiva y sistemática de todas las personas que en ellos participan.
6. Organizar un centro de documentación en la Universidad Sergio Arboleda, especializado en educación matemática y en el desarrollo del talento matemático temprano.
7. Establecer vínculos permanentes con organizaciones interesadas en experimentar las didácticas que se elaboran dentro de los objetivos de los proyectos mencionados y de los sub-proyectos que ellos incluyan.

ACTIVIDADES

Para alcanzar los objetivos generales y específicos, se adelantarán las siguientes actividades.

1. Vincular a los cursos de la carrera de matemáticas de la U.S.A. estudiantes talentosos de diferentes instituciones de Bogotá. Estos estudiantes tendrán la oportunidad de vincularse, si lo desean, a proyectos de investigación en matemáticas desarrollados por la U.S.A. o por otros centros educativos.

También tendrán la oportunidad de ir adelantando sus estudios de pregrado simultáneamente con sus estudios básicos y medios. Este sub-proyecto, denominado TALENTOS, se ofrece a estudiantes de 10 o más años de edad y tiene, como sub-proyecto, una duración indefinida.

2. Organizar en la U.S.A. cursos cortos, de 20 horas, para niños(as), adolescentes, jóvenes y adultos, que quieran fortalecer sus habilidades matemáticas o reforzar sus conocimientos en esta disciplina. Este sub-proyecto, denominado APRECIACIÓN MATEMÁTICA, tiene también una duración indefinida y los cursos son ofrecidos y programados por profesores de la U.S.A. o por especialistas contratados según los casos.

A través de este sub-proyecto se detectan, también, candidatos para el sub-proyecto TALENTOS.

3. Organizar y ofrecer seminarios abiertos en los cuales puedan participar niños(as), estudiantes de la U.S.A. y de otras universidades y personas que quieran vincularse a las actividades de algún proyecto de investigación. Cada seminario es organizado por un profesor investigador o por un grupo de investigación y su duración depende de los objetivos que se propongan en cada caso. Este sub-proyecto también permite detectar candidatos para el sub-proyecto TALENTOS.
4. Vincular talentos al trabajo académico con pares académicos en diferentes instituciones universitarias. Este sub-proyecto llamado TRABAJO CON PARES es también indefinido y contribuye al desarrollo del objetivo principal de todo trabajo académico: vincular nuevos investigadores a los grupos de investigación.
5. Adelantar reuniones sistemáticas del equipo de investigación, por lo menos una semanal, con el propósito de evaluar el desarrollo de los proyectos y adelantar los ajustes o modificaciones que se requieren.
6. Organizar o participar en diferentes acciones de divulgación de los resultados del proyecto: seminarios, encuentros, congresos, elaboración de publicaciones y divulgación de artículos o de otro tipo de materiales impresos.
7. Elaboración de informes periódicos para la Universidad, Colciencias, el Instituto Merani y otros entidades académicas interesadas.
8. Desarrollar en algunas organizaciones educativas, como el Instituto Merani, actividades que desarrollen los proyectos mencionados.

NOTAS

- (1) Un excelente relato, sobre la vida y obra de Pitágoras, es el libro de Peter Gorman [GP].
- (2) AMÁ es un grupo de 20 docentes de diferentes niveles educativos, al cual pertenece Jesús Hernando Pérez, fue fundado dentro del espíritu del Movimiento Pedagógico de FECODE (Federación Nacional de Educadores).
- (3) Las palabras "Nerd" y "chupa" se utilizan en numerosas instituciones educativas para referirse a aquellos estudiantes que "estudian", es decir, los que hacen las tareas, los que indagan por su propia cuenta, los que buscan a los profesores para aclarar dudas, etc. Este es uno de los ejemplos más interesantes de imaginarios en las instituciones educativas; es tan poderoso que incluso en algunas universidades ejercen una gran influencia perniciosa y negativa contra el fortalecimiento de hábitos

- académicos. La palabra "chupa" tiene, incluso, la connotación vulgar que le asigna un contenido sexual; chupa según el imaginario es el o la que anda detrás del profesor o de la profesora para ganar prebendas de diferente tipo.
- (4) La palabra investigación se utiliza, aquí, en un sentido estrictamente sociológico: investigación es la actividad que unifica y da identidad a los grupos de investigación; y estos últimos adquieren reconocimiento en razón a todos aquellos rituales que son específicos de la actividad académica a la cual pertenecen: desarrollar teorías, conceptualizar, formular y resolver problemas, formular conjeturas y argumentarlas, establecer principios, etc. Y junto a estas, otras actividades como elaborar informes, artículos, libros, evaluarlos; asistir a eventos, etc. La investigación sociológica sobre esta modalidad de trabajo, la académica, se inició hace ya una buena cantidad de años pero, adquirió un gran impulso a partir de la obra de Thomas Kuhn [KT].
- (5) En el enfoque sociológico de la actividad académica, la palabra "par" juega un papel fundamental; su uso inicial, muy cercano al correspondiente entre la nobleza inglesa, tiene la connotación de "el igual". Sin embargo, el significado actual es más cercano a "aquel o aquella que interactúa conmigo académicamente"; es decir, se trata de todas aquellas personas con las cuales "puedo" trabajar los temas que "yo trabajo", por ejemplo, alguien que, siendo estudiante, trabaja con su profesor una tesis es par de este último y recíprocamente. Para un examen de la importancia de este concepto en el ámbito de la educación ver [MPW].
- (6) Para la Sociología del Conocimiento otro concepto fundamental es el de imaginario. Los imaginarios son los competidores más importantes de los mitos y de las teorías; son construcciones intelectuales colectivas espontáneas y muy informales que no se someten al control entre pares como el caso mencionado del imaginario de los chupas, tan importante y tan poderoso en las organizaciones educativas. Un imaginario puede oponerse a una teoría y obstruirla o por el contrario complementarla y fortalecerla y por ello, en el trabajo educativo y académico resultan tan fundamentales. Para una mayor información sobre este concepto, ver [PJH].
- (7) Los grafitos, como lo ha develado el profesor Armando Silva, son extraordinarios transmisores de imaginarios, circulan con una gran efectividad y capturan rápidamente la mente de las personas.
- (8) En una organización educativa es posible desarrollar varios proyectos de investigación, el primero y más importante es el PEI de la escuela, colegio o universidad; luego los de cada disciplina o área y por último los de aula o grupos de aulas. Cada docente debería pertenecer, como mínimo, a dos de los proyectos, uno de los de su organización educativa y otro de su disciplina o la disciplina que más le guste enseñar y así, puede ir vinculando a sus estudiantes convirtiéndose entonces, en un verdadero educador: alguien que oriente en el mundo académico y de ejemplo de hábitos académicos.

REFERENCIAS

- [BG] BACHELARD Gastón. La Formación del Espíritu Científico. Siglo XXI Editores, Buenos Aires, sexta edición en español, 1978.
- [GP] GORMAN Peter. Pitágoras. Editorial Crítica, Barcelona, 1988.
- [KT] KHUN Thomas. La Estructura de las Revoluciones Científicas. Fondo de Cultura Económica, México, 1992.
- [MPW] MUSGRAVE P.W. Sociología de la Educación. Editorial Herder, Barcelona, 1983.
- [PJH] PÉREZ Jesús Hernando. Imaginarios en las Instituciones Educativas. Revista LEMA (La Educación Matemática), revista virtual de la Sociedad Colombiana de Matemáticas sobre Educación Matemática, Volumen I, Número I, Bogotá, junio de 2002, <http://socolmat.iespana.es/socolmat>
- [YI] YAGLOM Isaac y otros. The Geometric Vein. Springer-Verlag, New York, 1981, páginas 253 a 269.

O

F/WNL, LBVs or W-R*

67

Basso, B.S.¹, Parra, J.J.², Joya, R.A.²
2002

CIVILIZAR

RESUMEN

Presentamos un análisis cualitativo de los espectros visibles de EVAs y estrellas Wolf Rayet (W-R), en particular las denominadas Of/WNE, basados en datos y espectros publicados. La abundancia de líneas de emisión fuertes en el espectro visible de las EVAs, dominado básicamente por H, He I, Fe II, [Fe II], N I, N II, [N II] y la escasez de C y O nos sugieren que estas estrellas han apenas abandonado la SP y sufren una fase de intensa pérdida de masa. Por su parte las estrellas Of/WNE tienen un espectro con características similares a EVAs en el mínimo. Basados en la similitud de sus espectros, la concordancia en los demás parámetros estelares, la alta tasa de H/He en sus atmósferas, sugerimos que las estrellas Of/WNE no son estrellas WR sino EVAs propiamente dichas. Sugerimos en este artículo un escenario evolutivo para estrellas masivas en el cual la fase EVA precedería a la fase W-R.

ABSTRACT

We present a qualitative analysis of published spectra of some LBVs and Wolf Rayet stars (W-R), particularly of the WR classified as Of/WNL. The abundance of strong emission lines in the optical spectrum of LBVs, dominated essentially by H, He I, Fe II, [Fe II], N I, N II, [N II] and the lack of C and O suggest that these stars have just abandoned the main sequence and are going through a phase of intense mass loss. On the other hand Of/WNL stars have a spectrum that shows characteristics very similar to those of dormant LBVs. Based

*Nota del editor: este artículo es el informe final de la investigación sobre EVAs, cuyo avance se publicó en la Edición No. 3 de CIVILIZAR.

¹ Corresponding author biancabasso@yahoo.com

² Observatorio Astronómico Universidad Sergio Arboleda. observatorio@usa.edu.co

on the similitude of their spectra, on the agreement of other stellar parameters, on the high rate of H/He in their atmospheres, we suggest that Of/WNL stars are not WR but indeed LBVs. Finally we propose an evolutionary scenario for massive stars in which the LBV phase would precede the W-R phase.

SIGLAS CLAVES

LBVs: Luminous Blue Variables

Of/WNL: Slash stars, are called thus by their spectral rank.

H: Hydrogen.

He I: Helium 1 time ionized.

Fe II: Iron 2 times ionized.

C: Carbone.

O: Oxygen.

HD: Henry Draper Star Catalog.

HR: Hertzsprung Russell Diagram.

P-Cygnus: It is the name of the first star LBV that was discovered.

A or F: Star with spectral type A or F.

C and O: Carbone and Oxygen.

H, N: Hydrogen, Nitrogen.

VMS: Very Massive Stars.

40 M_⊙: 40 Solar Masses.

SN: Supernova.

CON: Carbone Oxygen Nitrogen.

WNL: Wolf-Rayet Nitrogen Late.

WNE: Wolf-Rayet Nitrogen Early.

WCE: Wolf-Rayet Carbone Early.

WCL: Wolf-Rayet Carbone Late.

WN: Wolf-Rayet with Nitrogen.

WO: Wolf-Rayet with Oxygen.

WC: Wolf-Rayet with Carbone.

1. INTRODUCTION

Over the last ten years new observations and new theories have changed the view that we have about the evolution of very massive stars (VMS > 40 M). Several authors have proposed various evolutive scenarios claiming that the observations fit their models (Maeder & Conti, 1994; Maeder, 1997; Langer, 1994; Walborn, 1977; Walborn & Fitzpatrick, 2000; Pasquali et al, 1996; Humphreys, 1979; Humphreys-Davidson, 1984; Lamers et al, 2000; Stothers and Chin, 1996; Crowther et al, 1995, a, b, c, d, f, 1997). However, there is no experimental or theoretical proof so far in favor of any model. Even if the discussion is still open, all researchers agree on one thing. After VMS abandon the main sequence they have to pass through a LBV stage and a Wolf-Rayet stage before becoming supernova. We propose here an evolutive scenario that relates these two stages based upon the analysis of spectra and other stellar features of some declared LBVs and W-R. The paper is organized as follows: section 2 clarifies the definition of LBV and WR stars; we present an analysis in section 3, followed by concluding remarks in section 4.

2. PRELIMINARIES

2.1 LUMINOUS BLUE VARIABLES, LBVs

LBVs have a very short and dangerous life³, always at the fringe of disaster; they go back and forth in the HR diagram exhibiting a very rich physical behavior. It is not before 1984 that they were recognized as class and so far, only a few dozens stars have been confirmed as LBVs. It is generally accepted that LBVs possess the following characteristics (Humphreys-Davidson, 1984):

2.1.1 HIGH INTRINSIC LUMINOSITY. LBVs are the most luminous among blue stars, with a bolometric magnitude usually larger than -9.5 ($M_B > -9.5$). The LBVs limit of luminosity has been determined experimentally and it is known as the Humphreys-Davidson Limit⁴.

2.1.2 PHOTOMETRIC VARIATIONS. LBVs show variations on different scales of intensity. At their maximum (eruption) the variations reach 2 or more m_v ; at the

³ $10^4 - 10^5 M_{\text{years}}$
⁴ $\log L/L > 5.42 + 2.34 \log (T_{\text{eff}} / 10^4)$; for $5800 > T_{\text{eff}} > 30000^\circ K$ $\log L/L > 5.75$ for $T_{\text{eff}} > 5800^\circ K$

minimum (quiescent phase) the variations could be of $0.1 m_{\odot}$. Between their maximum and minimum LBVs can exhibit a wide range of variations.

2.1.3 SPECTRAL FEATURES. LBVs' spectra change according to their photometric variations. At the minimum the spectrum shows strong H and He I emission lines. When LBVs are active the spectrum shows H, He I, Fe I, Fe II [Fe II] emission lines with P Cygnus profile. In their maximum the stars show a spectrum similar to A or F stars (Leitherer et al, 1985). The spectral features of the LBVs studied in this article are presented in the next section.

2.1.4 TEMPERATURE. The spectral and photometric variations of LBVs also have consequences in their effective temperature. At minimum it oscillates between 12,000 and 30,000 K and the star looks more luminous. At maximum, the temperature drops to 7000 – 8000° K and the star looks less luminous.

2.1.5 MASS LOSS. The mass loss is one of the most important characteristics of LBVs. They can actually maintain their integrity by mass loss. At maximum an LBV can lose up to $10^5 - 10^4$ solar masses and at minimum their mass loss rates are similar to those of super giants with same Temperature and Luminosity (Lamers, 1989).

As it is widely accepted, when a star leaves the main sequence it suffers a substantial mass loss and presents strong emission lines in their optical spectra basically H, N and little abundance of C and O. These two features are the signature of a star that has overcome the cycle of H burning in its core. (Lamers, 1989; Davidson et al, 1989; Lamers & Fitzpatrick, 1988). The mass loss is closely related to the spectral and photometric variations, because as mentioned earlier, it is at a maximum or eruption that the star suffers the heaviest mass loss. Since the characteristics of a VMS leaving the main sequence are the same as the characteristic of LBVs, we suggest that the LBV stage starts as soon as the star leaves the main sequence.

2.2 WOLF-RAYET STARS, W-R

W-R are considered bare cores of stars initially very massive that have lost their atmospheric envelope due to strong stellar winds. (Maeder & Conti, 1994; Abbott & Conti, 1987; Conti & Underhill, 1988; Smith, LF, 1991,a; Maeder, 1991,c). Evidence for the bare core theory has been reviewed by Lamers (1991) and is characterized by at least those following features:

2.2.1 The ratio H/He WR stars is low or close to zero.

2.2.2 The ratio CON is typical of star in nuclear equilibrium.

2.2.3 The continuity in the abundances in the sequence of types O, Of, LBV^s, WNL, WNE, WCL, WCE and WO correspond to a progression of peeling off the outer material from evolving stars.

2.2.4 The mass loss rates of O stars and super giants (progenitors of WR) are high enough to remove a star's envelope during its lifetime. Also the mass loss during the LBV (Humphreys, Davidson, 1984) and WR stages can account for the mass lost.

2.2.5 W-R stars have low average masses (between 5 and 10 M).

There exist other features to support the bare core theory: we decided not to mention them in the present paper, as those are not relevant for the argumentation of our proposal. The reader interested in more details is referred to Lamers (1991).

W-R stars are very evolved and relatively stable and they come from VMS that have lost most of its mass before becoming supernova. Maeder and Conti (1994) pointed out that the mass lost in stages previous to the W-R, their dependence on metallicity and the definitions that are adopted based in the chemical abundance in the surface of the stars for the transitions from LBV to WNL, WNL to WNE and WNE to WC, are critical to determine the evolutive scenario. The low luminosities observed in some WR stars (Maeder and Conti, 1994; Conti, 1976, Maeder 1981, 1987b) and the relation mass versus mass loss indicates that a star loses an enormous amount of mass before it reaches the WR stage. We conjecture that the moment in which the VMS loses the necessary mass to become a WR is the LBV stage. This suggestion seems pretty straightforward and would not have any objection were not for the Of/WNL. This transition objects or slash stars were introduced first by Walborn (1977) and sub classified by Crowther et al (1995,a,b,c). These stars are considered transition objects between an O star and a WN; however, even if it is established that O stars evolve into WR, the intermediate steps of the process are still uncertain (Crowther et al, 1995a). Recent evidence has shown that stars previously classified as Of/WNL have been reclassified as LBVs. Based upon this fact we propose that the slash stars are should be considered LBVs in quiescence and not WR stars. In the next section we analyze the spectra of the stars listed in Table 1.

Name	Classification	Tag	L	Spectral Lines	$D/H\alpha$	Mass Loss (In units of M_{\odot} per year)	Source
HD305996 He 3-519	Of/WNL LBV	~150K	Log L/L _o = 0 (Mbol = -11)	H, H ₂ , HeI, HeII, HeII, FeII	---	---	Davidson et al., 1993.
HD269582 (BO204)	Of/WNL LBV	220K	Log L/L _o = 5.78	H, H ₂ , He, HeII, HeI, NIII, NIV.	1.9	Log -4.3	Nota et al. 1996, Crowther et al. 1995f
HD94910 (AG Car)	LBV	~250K	Log L/L _o = 6 (Mbol = -11)	H, He, HeI, HeII, HeII, FeIII	---	Log -4.5	Walborn & Fitzpatrick, 2000, Crowther et al. 1995
HD269687 (S119)	Of/WNL LBV	~280K	Log L/L _o = 5.76	H, He, He-HeII, HeII, SiIV, NII, FeIII, He-	4.07	Log -4.87	Nota et al. 1996, Crowther et al. 1995f
HD 98177 HR Car	LHV	150K- 200K	Log L/L _o = 5	H, He, He, FeII, [FeII]	2.5	Log -5	Machado et al. 2002.
P Cygnus	LBV	15.0K	Log L/L _o = 5.75	H, He, He, HeI, HeII, [HeII], Fe III, SiII	3.5	Log -4.5	Hillier et al. 1996, Stahl et al. 1997
HD 168625	LBV	120K- 15-0K	Mv = -9.6	H, HeII, FeI FeII, CII, Ti, SiII, MnI, III	---	Log 6	Pasquali et al. 2002
NGC 2363	LBV	150K	Log L/L _o = 6.0	H, He, He, FeII	4.07	Log -4	Davies et al. 2001
HD 269927c	Of/WNL	27.70K	Log L/L _o = 5.70	H, He, He, NIII, HeII	1.75	Log -4.51	Crowther et al. 1995a.

Table 1: Stellar parameters.

3. SPECTRA ANALYSIS AND DISCUSSION

Originally the classification Of/WN was given to objects that show a combination of features from Of stars highly ionized (NIII, HII) with features from WN stars with low ionization (NII, HI), (Walborn, 1977). Crowther et al (1995a) introduced a new classification arguing it was useful from the point of view of precision of evolution models, suggesting that the assumption that Of/WN stars are an intermediate step between O stars WN stars could be incorrect. Based on the fact that several stars previously classified as Of/WN have been reclassified as LBVs, such as HD 269582 (Bohannon, 1989), He 3-519 (Davidson et al., 1993), AG Car (Stahl, 1986, Crowther et al, 1995a) HDE 269687 (Nota et al, 1994, Crowther et al, 1995,f) (These new LBVs have in common Of/WN spectra and an envelope of circumstellar matter) and in the striking likeness of the spectra of LBVs widely known such as HR Carina and P Cygni, with known Of/WN such as HD 269927c (Crowther et al, 1995a), we suggest that Of/WN are LBVs in quiescence. A spectral atlas of the stars cited in table one has been compiled in figures 1 to 8. This stars have in common strong emission lines with P Cygnus profile: The Balmer series of H, permitted and forbidden lines of FeI, II, lines of NII and III and a very low content of O. As we argued above, these elements are the products of the H burning and a good indicator that the star left the main sequence. The P Cygnus profile indicates that there is a layer of stellar material around the star.

However, the statement that the Of/WN stars are really LBVs in quiescence cannot be made based only on spectral features. Table 1 summarizes the stellar parameters of some known LBVs of some Of/WN declared LBVs and of the star HD 269927c classified as Of/WN. Besides the mentioned spectral similitude other resemblances are striking. First, we observed that the nine stars listed show a high luminosity of the order of $10^5 - 10^6 L$. Second their mass loss rate is comparable and very high, of the order of $10^{-4} - 10^{-5} M$ per year. Then the LBVs such as He 3-519, Be 294, AG Car, S 119 which are at minimum, have effective temperature comparable to the Of/WN HD 269927c. The only feature missing for all the stars to be considered LBVs is a record of the photometric variations of HD 269927c (the remaining 8 have all shown variations LBV's style) this would imply a follow up of the star that has not been done until now. But the fact that the star is surrounded by an envelope of stellar material and it that it loses mass at the rate shown, is a good indicator of the possible variations of HD 269927c. Another interesting factor to consider is the H/He ratio that has been calculated for some of the stars listed in Table 1. If we go back to the definition of WR presented by Lamers (1991) we could see that a main feature of a WR star is that the H/He ratio is very low or close to zero. The nine stars listed present a high H/He rate, even HD269927c in which the number is close to 2, this fact alone would exclude this star from the WR definition.

4. CONCLUDING REMARKS

Based on the definitions of LBVs (Humphreys-Davidson, 1994) and WR stars (Lamers 1991, Maeder & Conti, 1995) as well as on the stellar parameters of nine stars, namely four known LBVs, four recently reclassified from Of/WN to LBV and one classified as Of/WN, we have suggested in this article that the slash stars Of/WN do not belong to the stage WR, but are LBVs at minimum. Then a scenario that would describe the evolution for VMS would follow the steps: **O** → **LBV** → **WNL** → **WNE** → **WCL** → **WCE** → **WO** → **SN**.

We propose to do observations of the stars declared Of/WN in order to detect possible photometric and spectral variations. We believe that if the variations are reported the discussion would turn in favor of our evolutive scenario

5. ACKNOWLEDGMENTS

The first author would like to acknowledge the following persons for their invaluable help and support during the course of this research project: Shizuka Akiyama (The University of Texas at Austin), Benjamin Calvo and Alberto

Rodríguez (Universidad Nacional de Colombia), Henny Lamers (SRON Laboratory For Space Research Netherlands), Benjamin Oostra (Universidad de los Andes), Nolan Walborn (STSI, Space Telescope Science Institute). Last, but not least, special thanks go to NASAADS Abstract Service for allowing the free access to published articles.

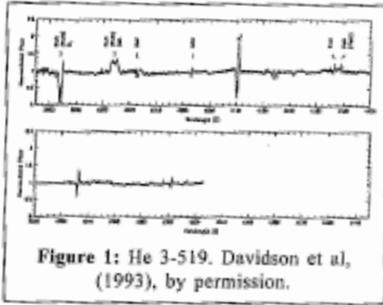


Figure 1: He 3-519. Davidson et al, (1993), by permission.

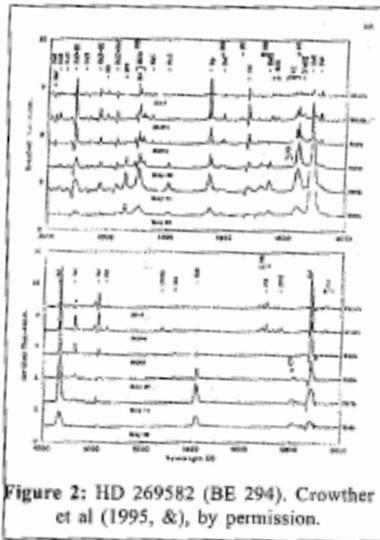


Figure 2: HD 269582 (BE 294). Crowther et al (1995, &), by permission.

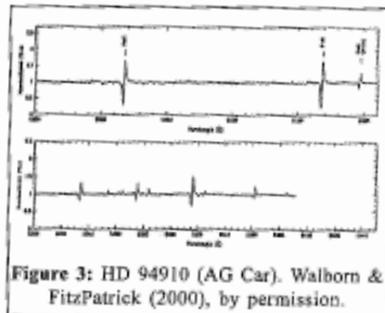


Figure 3: HD 94910 (AG Car). Walborn & FitzPatrick (2000), by permission.

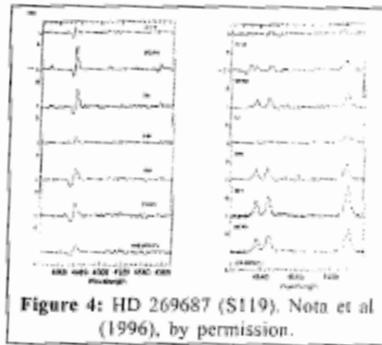


Figure 4: HD 269687 (S119). Nota et al (1996), by permission.

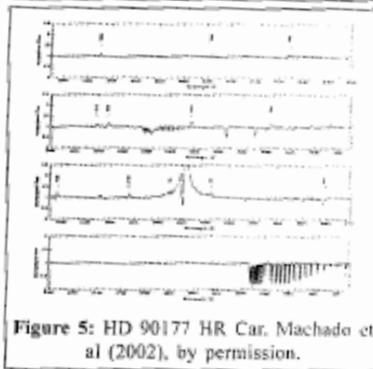


Figure 5: HD 90177 HR Car. Machado et al (2002), by permission.

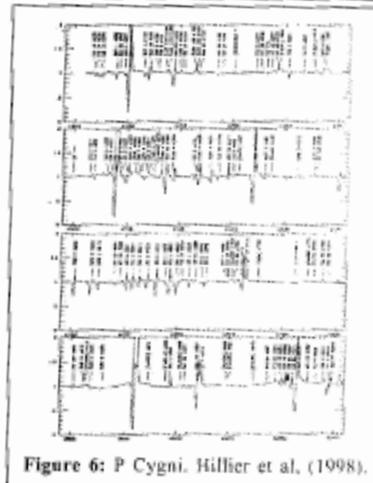


Figure 6: P Cygni. Hillier et al, (1998).

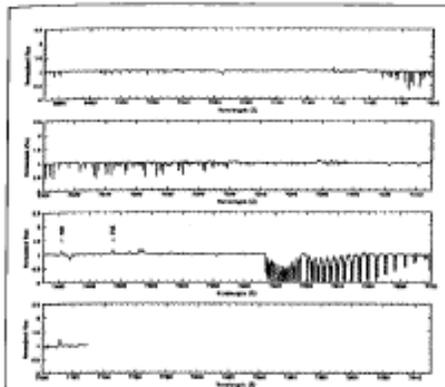


Figure 7: HD 168625. Walborn & FitzPatrick (2000), by permission.

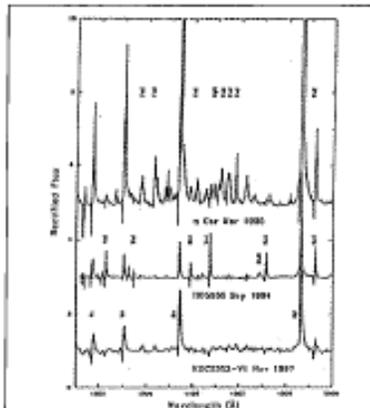


Figure 8: NGC 2363. Drissen et al (2001)

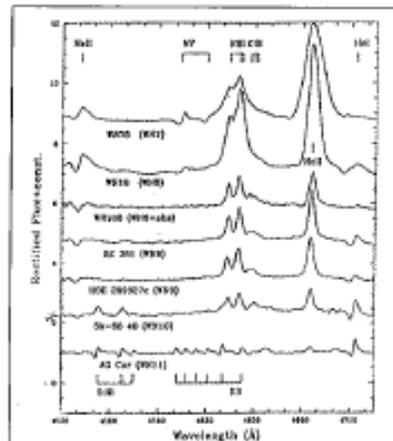


Figure 9: HD 269927c. Crowther et al, (1995), a by permission.

BIBLIOGRAPHY

- 1 Bohannan, B., 1989, In Physics of LBVs, IAU Colloq. 113. Eds In.
- 2 Conti, P.S., 1976, Mem. Soc R. Sci. Liege.9:193-212.
- 3 Conti, P.S., 1984, In Observational Test Of The Stellar Evolution Theory. IAU Symp. 105. Eds A Maeder, A Renzini, pp, 233-54. Dordrecht:Reidel.
- 4 Crowther, PA, Hillier, DJ., Smith, LJ. 1995a. A & A, 293: 403-426.
- 5 Crowther, PA, Hillier, DJ., Smith, LJ. 1995b. A & A, 293:427-445. Crowther ,PA., Hillier, DJ., Smith, LJ., 1995c. A & A,302:457-451.
- 6 Crowther, PA., Hillier, D.J., Smith, L.J., 1995c. A & A,320:500-524.
- 7 Crowther, PA., Hillier, D.J., Smith, L.J., 1995d. A & A,304:296-283.
- 8 Davison, K., Moffat , AJF., Lamers, HJGLM., Eds. 1989, Physics of LBVs, IAU Colloq. 113. p 35 Dordrecht:Kluwer.

- 9 Davidson, K., Humphreys, R.M., Hajian, A., Tercian, Y., 1993, ApJ. 411:336-341.
- 10 Humphreys, R.M., 1979, Ap. J. 231:384-87.
- 11 Humphreys, R.M., Davison, K., 1994, PASP.106.1025H.
- 12 Lamers, HJGLM., Maeder, A., Schmutz, W., Casinelli, JP., 1991, Ap. J. 368:538-44.
- 13 Lamers, HJGLM., 1989, Physics of LBVs, IAU Colloq. 113; Ed. Davison, K. and Moffat, A.P.J. pp. 135-47.
- 14 Lamers, HJGLM and Fitzpatrick EL. 1988, Ap. J. 324: 279-87.
- 15 Langer, N., Hamman, WR., Lennon, M., Najarro, F., Pauldrach, AWA., Puls J. 1994, A&A. 290, 819-833.
- 16 Leitherer, C., Appenzeller I, Klare G. Lamers, HJGLM, Sthal O, Wateres LBFM and Wolf B. 1985. A & A, 153,158.
- 17 Nota A, Pasquali, Drissen L, Leitherer C, Robert C, Moffat AFJ and Smutz W.1996. Ap.JS.102..383-410.
- 18 Maeder, A., 1981, A & A.102:401-10.
- 19 Maeder, A., 1987b., A & A. 178:159-69.
- 20 Maeder, A., Conti, PS., Annu. 1994. Rev. Astr. Astrophys. 32,227-75.
- 21 Maeder A. 1991, c. Q.J.R Astron. Soc. 32:217-23.
- 22 Pasquali A, Nota A, MST LJ, Akiyama S, Messineo M, Calmpin M. 2002. Ap.J. 124. 3: 1625:35.
- 25 Smith, LF., Maeder A. 1989. A & A. 211:511-34
- 26 Smith, LF., 1991a., Wolf Rayet Stars and Interrelations with other massive stars in galaxies, IAU Symp. 143. Dordrecht: Kluwer. Eds van der Hucht KA, Hidayat B. pp 601-10.
- 27 Stahl, O., 1986, A&A. 164:321.
- 28 Stothers, RB., Chin C-W. 1996. Ap.J. 468: 842-850.
- 29 Walborn, NR., 1977, Ap.J, 215, 53.
- 30 Walborn, NR., Fitzpatrick EL. 2000, PASP, 112:50-64.

S

OPOI-CCD

CONSTRUCCIÓN DE SOFTWARE PARA EL PROCEDIMIENTO OPERACIONAL DE IMÁGENES SOPORTADAS EN UNA CÁMARA CCD.

John Jairo Parra Pérez

RESUMEN

Este artículo pretende mostrar el desarrollo de un proyecto con base en ingeniería de software que implantó una herramienta computacional para ser usada tanto en el procesamiento de imágenes captadas por los telescopios del Observatorio Astronómico de la Universidad Sergio Arboleda como en la enseñanza de la teoría de manipulación de imágenes de nuestros programas académicos.

ABSTRACT

We try to develop a software engineering based proyect, whose result becomes a computational tool, useful, as much in processing images coming from the telescope of Sergio Arboleda's Astronomic Observatory, as in the teaching theory of managing images in some S.A. University's academic areas knowledge.

SIGLAS CLAVES

CCD: dispositivo de carga acoplada.

LRGB: imagen de luminiscencia combinada entre rojo, verde y azul.

GIMP: programa para manipular imágenes GNU.

GTK: caja de herramienta gimp.

GDK: caja de dibujo gimp.

PFPD: Programa de Formación Permanente para Docentes.

SAO-HEAD: Observatorio Astrofísico emitsoniano- división astrofísica de alta energía.

DS9: aplicación para la visualización de datos astronómicos.

FITSIO: librerías de desarrollo para manipulación de imágenes en formato fit.

1. INTRODUCCIÓN

Desde su nacimiento la computación es una herramienta ampliamente usada en casi todas las actividades que realiza nuestra sociedad y desde luego la astronomía es una de ellas. Con la llegada de las cámaras CCD a nuestro país se da inicio al desarrollo de aportes en el ámbito mundial tanto por astrónomos aficionados con la solvencia económica suficiente para adquirir estos equipos como por observatorios financiados por universidades como es el caso de la Sergio Arboleda. Pero es estos últimos en donde se saca el mayor provecho de ellos ya que en estas instituciones se desarrollan técnicas para optimizar sus funciones, es así como en el transcurso del año 2002 se desarrollo este proyecto de tesis de pregrado para optar por el título en ingeniería de sistemas, llamado "SOPOI-CCD Software para el procesamiento operacional de imágenes soportadas en una cámara CCD" cuyo objetivo fue desarrollar una herramienta computacional que permita eliminar los índices de ruido de las imágenes tomadas en la cámara del telescopio principal Torus del observatorio de la Universidad.

Existe una gran cantidad de programas para extraer estos niveles de ruido pero para el caso de los aficionados estos son excesivamente costosos y aquellos económicos son muy complejos de utilizar. Por ello, para estimular a los neófitos que se manifiestan inquietos por la astrofotografía con CCD se encuentra a disposición el producto final de este proyecto.

2. EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

El procesamiento de imágenes busca eliminar los índices de ruido de las imágenes y extraer aquella información que sea de interés para el usuario.

2.1 LAS CORRECCIONES

Por cada imagen deben ser tomadas imágenes de corrección, las cuales se describen a continuación.

2.1.1 LA IMAGEN BIAS

Esta imagen contiene el ruido de lectura, el cual es plasmado en las imágenes como un degradado de grises. Es tomada con la CCD con el Shutter cerrado y a cero segundos de tiempo de exposición.

2.1.2 LA IMAGEN DARK

En ella se encuentra el ruido térmico que como se dijo anteriormente es producido por los niveles de temperatura de la placa de silicio. Debe tomarse con la CCD con el Shutter cerrado y con el mismo tiempo de exposición que la imagen de la cual se quiera eliminar.

2.1.3 LA IMAGEN FLAT

Además de mostrar al usuario los rastros de partículas de polvo que se hallan en el instrumental, también muestra en una imagen que tan sensible a la luz es la placa de silicio de la CCD. Existen dos formas para tomar esta imagen flat, la primera es tomando una imagen de un cielo despejado o en el amanecer o en el atardecer con un tiempo de exposición entre 0.05 a 5 segundos; la segunda es tomando una imagen de una superficie blanca mate tenuemente iluminada con luz del mismo color y a un intervalo de exposición similar al anterior.

3. EL PROCESAMIENTO

Para eliminar el ruido de las imágenes se debe primero saber que la imagen es un conjunto de datos (números enteros o reales) con los que se pueden realizar todas las operaciones aritméticas. Para la eliminación de los diferentes ruidos se aplica la siguiente ecuación:

$$i(x,y) = \frac{(i_r(x,y) - i_d(x,y))}{(i_f(x,y) - i_b(x,y))} \cdot N$$

En donde $i_r(x,y)$ es la imagen cruda (es decir aquella que presenta ruido), $i_d(x,y)$ es la imagen dark, $i_f(x,y)$ es la imagen flat, $i_b(x,y)$ es la imagen bias, N es un valor de normalización el cual se obtiene del promedio de los datos almacenados en la imagen flat y finalmente $i(x,y)$ es la imagen resultante. Para este trabajo los editores de imágenes convencionales NO SIRVEN ya que no soportan el formato

de las imágenes tomadas con la CCD (formato FITS *Flexible Image Transporting System*).

4. LAS IMÁGENES A COLOR

Existen dos formas de tomar imágenes en color, la primera es usando un dispositivo que posea un arreglo de color pero con esta opción se pierde sensibilidad a la luz proveniente del astro. La segunda es usando una CCD que trabaje en escala de grises con alta sensibilidad a la luz pero tomando para un objeto tres imágenes con diferentes filtros una con un filtro rojo, otra con verde y la última con azul; en muchos casos y para optimizar el trabajo astro fotográfico es necesario tomar una cuarta foto sin filtro denominada imagen de luminosidad, esta composición de color se conoce como LRGB por sus siglas en inglés. Después de tomar las imágenes se deben combinar en una computadora asignando a cada una su respectivo color. Puede usarse cualquier programa editor de imágenes pero los más usados para procesamiento de imágenes en color son *Adobe Photoshop* y *Gimp*.

5. DESARROLLO DE PROYECTO

FASE 1: Recopilación de información: Esta etapa se desarrolló durante el primer semestre del año 2002 y en ella inicialmente se estudió en detalle la cámara CCD en especial su funcionamiento y estructura, seguido por comprender el formato de imágenes FITS en especial su manipulación y el desarrollo de algoritmos para este fin.

FASE 2: Estudio de herramientas de desarrollo: Se seleccionó como plataforma el sistema operativo Linux debido a su estabilidad en aplicaciones de manipulación de imágenes, además brinda una gran cantidad de herramientas de desarrollo de software de las que se escogió por su calidad: el lenguaje C, GDK-GTK, Latex y Latex2html.

FASE 3: Desarrollo del Software: Los algoritmos que permiten abrir, procesar y grabar imágenes fueron desarrollados para este proyecto, estos se pasaron a códigos fuente en lenguaje C durante el mes de agosto de 2002, usando un conjunto de librerías llamada FITSIO. En los tres meses siguientes se desarrolló el entorno gráfico con las herramientas GDK y GTK y para el diseño de portadas e íconos se usó GIMP.

FASE 4: Implantación: En el mes de Diciembre de 2002 se implantó en el Observatorio Astronómico el software, el cual es usado para las clases de procesamiento de imágenes del diplomado de astronomía y PFPD.

6. CARACTERÍSTICAS DE SOPOI-CCD.

Sopoi-CCD es un software que trabaja bajo sistema operativo Linux usando las librería GTK y GDK. Contiene un entorno gráfico completo para facilitar su uso a aquellos amantes de Windows (*Figura 6*).

81

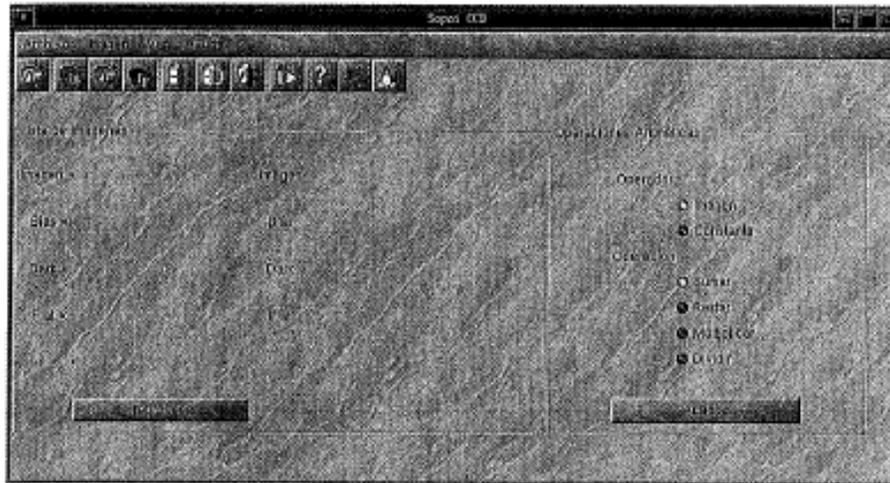


Figura 6: El entorno Gráfico de SOPOI-CCD.

El objetivo de SOPOI-CCD es eliminar los niveles de ruido de las imágenes captadas por la CCD. Para ello como se dijo anteriormente se necesitan tomar imágenes de corrección, es decir aquellas que contienen los distintos niveles de ruido.

A continuación se muestra la barra de tareas con cada uno de los botones que la conforman con sus respectivas funciones (*Figura 7*).

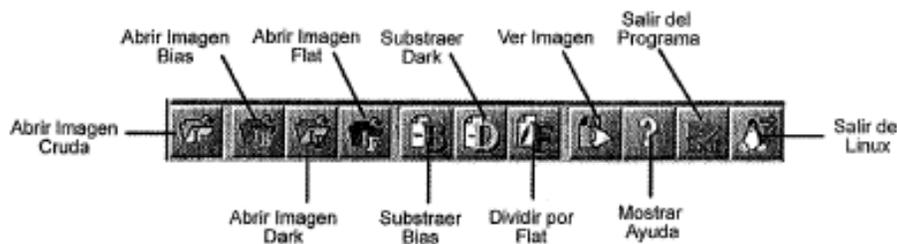


Figura 7: La barra de tareas de SOPOI-CCD.

En las opciones substraer Bias, Dark y dividir Flat, se genera una imagen de salida con el nombre que el usuario desee. Cada imagen se puede visualizar con el programa DS9.



Figura 8: El programa Ds9.

Y después de terminado el procesamiento de imagen se puede salir del sistema operativo a partir del software.

7. BIBLIOGRAFÍA

TEXTOS

1. Clear Sky Institute: *Reference Manual for OCAAS Versión 2.0*, 1999.
2. David Cantrell, Logan Johnson, Chris Lumens: *Slackware Linux Essentials*, www.slackware.org 2002.
3. Eric Harlow: *Desarrollo de aplicaciones Linux*, Ed. Prentice Hall, 1999.
4. Goddard Space Flight Center: *CFITSIO User's Reference Guide*, 2002.
5. J. Barnes: *A Beginners guide to using IRAF*, iraf.noao.edu/iraf-homepage.html 2001
6. Kurt Wall: *Programación en Linux*, Ed Prentice Hall, 2000.
7. Meade instruments: *Users Guide Meade Pictor XT-Series CCD*, 1997.

8. Patrick Martines y Alan Klots: *A practical guide to CCD astronomy*, Universidad de Cambridge 1999.
9. Philip Massey: *A User's Guide to CCD Reductions with IRAF*, 1997.
10. Rich Williams : *Practical CCD images techniques add the TORUS Observatory*, www.torusoptics.com 2001.
11. Tackett Burnett: *Linux edición especial*. Ed. Prentice Hall, 1999.
12. Vicente Aupi: *Fotografiar el cielo*, Ed Geoplaneta, 1999.

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

1. www.apogee-ccd.com, 2001.
2. www.meade.com, 2001
3. www.sbi.com, 2001

L

A OPERACIÓN PEGAMIENTO Y EL CUADRADO DE NÚMEROS NATURALES

85

CIVILIZAR

Primitivo Belén Acosta Humánez*

RESUMEN

El propósito de este artículo es mostrar a partir de la operación unaria cifra digital y de la operación binaria pegamiento, un método para hallar el cuadrado de números naturales (y raíces cuadradas exactas) en función de la última cifra.

ABSTRACT

My goal with this paper is to show since the monoary operation digital cipher and since the binary operation pasting, a method to find the square of natural numbers (and exact square roots) in function of the last cipher.

PALABRAS CLAVES

Cifra digital, operación pegamiento, números naturales, cuadrados.

1. INTRODUCCIÓN

Siempre ha existido fascinación por encontrar métodos rápidos para hallar el cuadrado de los números naturales y las raíces cuadradas exactas. Para el propósito planteado en este artículo presentaremos las siguientes definiciones:

* Estudiante de la Escuela de Matemáticas de la Universidad Sergio Arboleda. Email: primitivo.acosta@usa.edu.co.

Este artículo es un resumen mejorado de un taller de diez horas ofrecido y realizado por el autor en la Semana Matemática y Física de la Universidad del Tolima, evento realizado en el mes de abril de 1993, del cual no quedaron memorias.

El autor desea agradecer a los profesores Reinaldo Núñez, Jairo Charris y Jesús Hernando Pérez por sus valiosos aportes en la presentación de este artículo.

Definición 1.1. Sea $a \in \mathbb{N}$, la operación unaria $\zeta : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$, es tal que $a \rightarrow \zeta a$, donde ζa es el número de cifras o dígitos que conforman al número natural a , por ejemplo $\zeta 589 = 3$.

De ahora en adelante ζ se denominará la *operación unaria cifra digital* y llamaremos a ζa como *la cifra digital de a* .

Definición 1.2. Sean $a, b \in \mathbb{N}$, la operación binaria $\diamond : \mathbb{N} \times \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$, es tal que a la pareja $(a, b) \rightarrow a \diamond b = 10^{\zeta b} a + b$, por ejemplo $18 \diamond 3 = 10^{\zeta 3} \times 18 + 3$.

De ahora en adelante \diamond se denominará la *operación binaria pegamiento* y llamaremos $a \diamond b$ como *el pegamiento de a con b* .

2. CUADRADO DE NÚMEROS NATURALES Y RAÍCES CUADRADAS EXACTAS

Para hallar el cuadrado de cualquier número natural en función de la última cifra utilizaremos la operación pegamiento. Nos interesa ver que sucede cuando los dígitos considerados son $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$, el cero no lo consideramos por ser un caso trivial. Un ejercicio para el lector es proponer y demostrar el cuadrado de los números terminados en cero. Presentaremos las demostraciones en dos columnas de tal forma que se pueda observar fácilmente el esquema de la afirmación - razón. Fácilmente se puede observar que $\zeta a = 1$ siempre que a sea un dígito, por tal razón en los casos presentados a continuación se considerará a $a \diamond b = 10a + b$. Para hallar las raíces cuadradas exactas se utilizará el proceso inverso.

Proposición 2.1. Para hallar el cuadrado de un número cuya cifra final sea 1, se multiplica el número conformado por las cifras anteriores a 1 con su pegamiento con 2; y a este producto le pegamos 1. Es decir:

$$\text{Sea } n \in \mathbb{N}, (n \diamond 1)2 = [n (n \diamond 2)] \diamond 1.$$

Demostración. Sea $n \in \mathbb{N}$, obsérvese que:

$$(n \diamond 1) = (10n + 1) \quad \text{por operación pegamiento } \diamond$$

$$(n \diamond 1)^2 = (10n + 1)^2 \quad \text{elevando al cuadrado}$$

$$= 100n^2 + 20n + 1 \quad \text{resolviendo el cuadrado}$$

$$\begin{aligned}
 &= 10n(10n+2)+1 && \text{factor común } 10n \\
 &= 10n(n \diamond 2) + 1 && \text{por operación pegamiento } \diamond \\
 &= [n(n \diamond 2)] \diamond 1 && \text{por operación } \diamond. \blacksquare
 \end{aligned}$$

Ejemplo 2.1.1. Note que $31^2 = (3 \diamond 1)^2 = [3(3 \diamond 2)] \diamond 1 = [3(32)] \diamond 1 = 96 \diamond 1 = 961$.

Ejemplo 2.1.2. $71^2 = (7 \diamond 1)^2 = [7(7 \diamond 2)] \diamond 1 = [7(72)] \diamond 1 = 504 \diamond 1 = 5041$.

Como consecuencia inmediata de la proposición anterior se tiene el siguiente corolario.

Corolario 2.1. Si un número terminado en 1, al omitir esa cifra se puede expresar como el producto de dos números naturales tales que el segundo número natural sea el pegamiento del primer número natural con 2, entonces tiene raíz cuadrada exacta, y tal raíz cuadrada es el pegamiento del primer factor con 1. Es decir:

Sea $x = m \diamond 1 \in \mathbb{N}$, si $m = n(n \diamond 2)$, entonces $\sqrt{x} = n \diamond 1$.

La demostración se deja como ejercicio.

Ejemplo 2.1.3. Note que $\sqrt{6561} = 81$ porque $656 = 8(82)$.

Ejemplo 2.1.4. Note que $\sqrt{904401} = 951$ porque $90440 = 95(952)$.

Proposición 2.2. Para hallar el cuadrado de un número cuya cifra final sea 2, se multiplica el número conformado por las cifras anteriores a 2 con su pegamiento con 4; y a este producto le pegamos 4. Es decir:

Sea $n \diamond \mathbb{N}$, $(n \diamond 2)^2 = [n(n \diamond 4)] \diamond 4$.

Demostración. Sea $n \in \mathbb{N}$, obsérvese que:

$(n \diamond 2) = (10n + 2)$ por operación pegamiento \diamond

$(n \diamond 2)^2 = (10n + 2)^2$ elevando al cuadrado

$$\begin{aligned}
 &= 100n^2 + 40n + 4 && \text{resolviendo el cuadrado} \\
 &= 10n(10n+4)+4 && \text{factor común } 10n \\
 &= 10n(n \diamond 4) + 4 && \text{por operación pegamiento } \diamond \\
 &= [n(n \diamond 4)] \diamond 4 && \text{por operación } \diamond. \blacksquare
 \end{aligned}$$

Ejemplo 2.2.1. $22^2 = (2 \diamond 2)^2 = [2(2 \diamond 4)] \diamond 4 = [2(24)] \diamond 4 = 48 \diamond 4 = 484.$

Ejemplo 2.2.2. $92^2 = (9 \diamond 2)^2 = [9(9 \diamond 4)] \diamond 4 = [9(94)] \diamond 4 = 846 \diamond 4 = 8464.$

Como consecuencia inmediata de la proposición anterior se tiene el siguiente corolario.

Corolario 2.2. Si un número terminado en 4, al omitir esa cifra se puede expresar como el producto de dos números naturales tales que el segundo número natural sea el pegamiento del primer número natural con 4, entonces tiene raíz cuadrada exacta, y tal raíz cuadrada es el pegamiento del primer factor con 2. Es decir:

Sea $x = m \diamond 4 \in \mathbb{N}$, si $m = n(n \diamond 4)$, entonces $\sqrt{x} = n \diamond 2$.

La demostración se deja como ejercicio.

Ejemplo 2.2.3. Note que $\sqrt{53824} = 232$ porque $5382 = 23(234)$.

Ejemplo 2.2.4. Note que $\sqrt{1764} = 42$ porque $176 = 4(44)$.

Proposición 2.3. Para hallar el cuadrado de un número cuya cifra final sea 3, se multiplica el número conformado por las cifras anteriores a 3 con su pegamiento con 6; y a este producto le pegamos 9. Es decir:

Sea $n \in \mathbb{N}$, $(n \diamond 3)^2 = [n(n \diamond 6)] \diamond 9$.

Demostración. Sea $n \in \mathbb{N}$, obsérvese que:

$(n \diamond 3) = (10n + 3)$ por operación pegamiento \diamond

$$\begin{aligned}
 (n \diamond 3)^2 &= (10n + 3)^2 && \text{elevando al cuadrado} \\
 &= 100n^2 + 60n + 9 && \text{resolviendo el cuadrado} \\
 &= 10n(10n + 6) + 9 && \text{factor común } 10n \\
 &= 10n(n \diamond 6) + 9 && \text{por operación pegamiento } \diamond \\
 &= [n(n \diamond 6)] \diamond 9 && \text{por operación } \diamond. \blacksquare
 \end{aligned}$$

Ejemplo 2.3.1. $13^2 = (1 \diamond 3)^2 = [1(1 \diamond 6)] \diamond 9 = [1(16)] \diamond 9 = 16 \diamond 9 = 169$.

Ejemplo 2.3.2. $63^2 = (6 \diamond 3)^2 = [6(6 \diamond 6)] \diamond 9 = [6(66)] \diamond 9 = 396 \diamond 9 = 3969$.

Como consecuencia inmediata de la proposición anterior se tiene el siguiente corolario.

Corolario 2.3. Si un número terminado en 9, al omitir esa cifra se puede expresar como el producto de dos números naturales tales que el segundo número natural sea el pegamiento del primer número natural con 6, entonces tiene raíz cuadrada exacta, y tal raíz cuadrada es el pegamiento del primer factor con 3. Es decir:

Sea $x = m \diamond 9 \in \mathbb{N}$, si $m = n(n \diamond 6)$, entonces $\sqrt{x} = n \diamond 3$.

La demostración se deja como ejercicio.

Ejemplo 2.3.3. Note que $\sqrt{1849} = 43$ porque $184 = 4(46)$.

Ejemplo 2.3.4. Note que $\sqrt{5329} = 73$ porque $532 = 7(76)$.

Proposición 2.4. Para hallar el cuadrado de un número cuya cifra final sea 4, se multiplica el número conformado por las cifras anteriores a 4 con su pegamiento con 8, a este producto le sumamos 1; y a este resultado le pegamos 6. Es decir:

Sea $n \in \mathbb{N}$, $(n \diamond 4)^2 = [n(n \diamond 8) + 1] \diamond 6$.

Demostración. Sea $n \in \mathbb{N}$, obsérvese que:

$(n \diamond 4) = (10n + 4)$ por operación pegamiento \diamond

$$\begin{aligned}
 (n \diamond 4)^2 &= (10n + 4)^2 && \text{elevando al cuadrado} \\
 &= 100n^2 + 80n + 16 && \text{resolviendo el cuadrado} \\
 &= 100n^2 + 80n + 10 + 6 && \text{separando unidades} \\
 &= 10(10n^2 + 8n + 10) + 6 && \text{factor común 10} \\
 &= 10(n(10n + 8) + 1) + 6 && \text{factor común } n \\
 &= 10(n(n \diamond 8) + 1) + 6 && \text{por operación pegamiento } \diamond \\
 &= [n(n \diamond 8) + 1] \diamond 6 && \text{por operación } \diamond. \blacksquare
 \end{aligned}$$

Ejemplo 2.4.1. $34^2 = (3 \diamond 4)^2 = [3(3 \diamond 8) + 1] \diamond 6 = [3(38) + 1] \diamond 6 = 115 \diamond 6 = 1156.$

Ejemplo 2.4.2. $84^2 = (8 \diamond 4)^2 = [8(8 \diamond 8) + 1] \diamond 6 = [8(88) + 1] \diamond 6 = 705 \diamond 6 = 7056.$

Como consecuencia inmediata de la proposición anterior se tiene el siguiente corolario.

Corolario 2.4. Si un número terminado en 6, al omitir esa cifra se puede expresar como el consecutivo del producto de dos números naturales tales que el segundo número natural sea el pegamiento del primer número natural con 8, entonces tiene raíz cuadrada exacta, y tal raíz cuadrada es el pegamiento del primer factor con 4. Es decir:

Sea $x = m \diamond 6 \in \mathbb{N}$, si $m - 1 = n(n \diamond 8)$, entonces $\sqrt{x} = n \diamond 4$.

La demostración se deja como ejercicio.

Ejemplo 2.4.3. Note que $\sqrt{2916} = 54$ porque $290 = 5(58)$.

Ejemplo 2.4.4. Note que $\sqrt{5476} = 74$ porque $546 = 7(78)$.

Proposición 2.5. Para hallar el cuadrado de un número cuya cifra final sea 5, se multiplica el número conformado por las cifras anteriores a 5 con su consecutivo y a este resultado le pegamos 25. Es decir:

Sea $n \in \mathbb{N}$, $(n \diamond 5)^2 = [n(n+1)] \diamond 25$.

Demostración. Sea $n \in \mathbb{N}$, obsérvese que:

$$(n \diamond 5) = (10n + 5) \quad \text{por operación pegamiento } \diamond$$

$$(n \diamond 5)^2 = (10n + 5)^2 \quad \text{elevando al cuadrado}$$

$$= 100n^2 + 100n + 25 \quad \text{resolviendo el cuadrado}$$

$$= 100(n^2 + n) + 25 \quad \text{factor común 100}$$

$$= 100(n(n+1)) + 25 \quad \text{factor común } n$$

$$= [n(n+1)] \diamond 25 \quad \text{por operación } \diamond. \blacksquare$$

Ejemplo 2.5.1. $25^2 = (2 \diamond 5)^2 = [2(2+1)] \diamond 25 = 6 \diamond 25 = 625$.

Ejemplo 2.5.2. $65^2 = (6 \diamond 5)^2 = [6(6+1)] \diamond 25 = 42 \diamond 25 = 4225$.

Como consecuencia inmediata de la proposición anterior se tiene el siguiente corolario.

Corolario 2.5. Si un número terminado en 25, al omitir esa cifra se puede expresar como el producto de dos números naturales consecutivos, entonces tiene raíz cuadrada exacta, y tal raíz cuadrada es el pegamiento del primer factor con 5. Es decir:

Sea $x = m \diamond 25 \in \mathbb{N}$, si $m = n(n+1)$, entonces $\sqrt{x} = n \diamond 5$.

La demostración se deja como ejercicio.

Ejemplo 2.5.3. Note que $\sqrt{15625} = 125$ porque $156 = 12(12+1)$.

Ejemplo 2.5.4. Note que $\sqrt{7225} = 85$ porque $72 = 8(8+1)$.

Proposición 2.6. Para hallar el cuadrado de un número cuya cifra final sea 6, se multiplica el número conformado por las cifras anteriores a 6 con el pegamiento

de su consecutivo con 2, a este producto le sumamos 3; y a este resultado le pegamos 6. Es decir:

$$\text{Sea } n \in \mathbb{N}, (n \diamond 6)^2 = [n((n+1) \diamond 2) + 3] \diamond 6.$$

Demostración. Sea $n \in \mathbb{N}$, obsérvese que:

$$(n \diamond 6) = (10n + 6) \quad \text{por operación pegamiento } \diamond$$

$$(n \diamond 6)^2 = (10n + 6)^2 \quad \text{elevando al cuadrado}$$

$$= 100n^2 + 120n + 36 \quad \text{resolviendo el cuadrado}$$

$$= 100n^2 + 120n + 30 + 6 \quad \text{separando unidades}$$

$$= 10(10n^2 + 12n + 3) + 6 \quad \text{factor común 10}$$

$$= 10(n(10n + 12) + 3) + 6 \quad \text{factor común } n$$

$$= 10(n(10n + 10 + 2) + 3) + 6 \quad \text{separando unidades}$$

$$= 10(n(10(n+1) + 2) + 3) + 6 \quad \text{factor común 10}$$

$$= 10((n((n+1) \diamond 2) + 3) + 6) \quad \text{por operación pegamiento } \diamond$$

$$= [(n((n+1) \diamond 2) + 3) \diamond 6] \quad \text{por operación } \diamond. \blacksquare$$

Ejemplo 2.6.1. $16^2 = (1 \diamond 6)^2 = [1(2 \diamond 2) + 3] \diamond 6 = [1(22) + 3] \diamond 6 = 25 \diamond 6 = 256.$

Ejemplo 2.6.2. $46^2 = (4 \diamond 6)^2 = [4(5 \diamond 2) + 3] \diamond 6 = [4(52) + 3] \diamond 6 = 211 \diamond 6 = 2116.$

Como consecuencia inmediata de la proposición anterior se tiene el siguiente corolario.

Corolario 2.6. Si un número terminado en 6, al omitir esa cifra y restar 3 se puede expresar como el producto de dos números naturales tales que el segundo número natural sea el pegamiento del consecutivo del primer número natural con 2, entonces tiene raíz cuadrada exacta, y tal raíz cuadrada es el pegamiento del primer factor con 6. Es decir:

Sea $x = m \diamond 6 \in \mathbb{N}$, si $m - 3 = n((n + 1) \diamond 2)$, entonces $\sqrt{x} = n \diamond 6$.

La demostración se deja como ejercicio.

Ejemplo 2.6.3. Note que $\sqrt{256} = 16$ porque $25 - 3 = 1(22)$.

Ejemplo 2.6.4. Note que $\sqrt{1296} = 36$ porque $129 - 3 = 3(42)$.

Proposición 2.7. Para hallar el cuadrado de un número cuya cifra final sea 7, se multiplica el número conformado por las cifras anteriores a 7 con el pegamiento de su consecutivo con 4, a este producto le sumamos 4; y a este resultado le pegamos 9. Es decir:

Sea $n \in \mathbb{N}$, $(n \diamond 7)^2 = [n((n + 1) \diamond 4) + 4] \diamond 9$.

Demostración. Sea $n \in \mathbb{N}$, obsérvese que:

$(n \diamond 7) = (10n + 7)$	por operación pegamiento \diamond
$(n \diamond 7)^2 = (10n + 7)^2$	elevando al cuadrado
$= 100n^2 + 140n + 49$	resolviendo el cuadrado
$= 100n^2 + 140n + 40 + 9$	separando unidades
$= 10(10n^2 + 14n + 4) + 9$	factor común 10
$= 10(n(10n + 14) + 4) + 9$	factor común n
$= 10(n(10n + 10 + 4) + 4) + 9$	separando unidades
$= 10(n(10(n + 1) + 4) + 4) + 9$	factor común 10
$= 10((n((n + 1) \diamond 4) + 4) + 9)$	por operación pegamiento \diamond
$= [(n((n + 1) \diamond 4) + 4) \diamond 9]$	por operación \diamond . ■

Ejemplo 2.7.1. $27^2 = (2 \diamond 7)^2 = [2(3 \diamond 4) + 4] \diamond 9 = [2(34) + 4] \diamond 9 = 72 \diamond 9 = 729$.

Ejemplo 2.7.2. $57^2 = (5 \diamond 7)^2 = [5(6 \diamond 4) + 4] \diamond 9 = [5(64) + 4] \diamond 9 = 324 \diamond 9 = 3249$.

Como consecuencia inmediata de la proposición anterior se tiene el siguiente corolario.

Corolario 2.7. Si un número terminado en 9, al omitir esa cifra y restar 4 se puede expresar como el producto de dos números naturales tales que el segundo número natural sea el pegamiento del consecutivo del primer número natural con 4, entonces tiene raíz cuadrada exacta, y tal raíz cuadrada es el pegamiento del primer factor con 7. Es decir:

Sea $x = m \diamond 9 \in \mathbb{N}$, si $m - 4 = n((n + 1) \diamond 4)$, entonces $\sqrt{x} = n \diamond 7$.

La demostración se deja como ejercicio.

Ejemplo 2.7.3. Note que $\sqrt{9409} = 97$ porque $940 - 4 = 9(104)$.

Ejemplo 2.7.4. Note que $\sqrt{18769} = 137$ porque $1876 - 4 = 13(144)$.

Proposición 2.8. Para hallar el cuadrado de un número cuya cifra final sea 8, se multiplica el número conformado por las cifras anteriores a 8 con el pegamiento de su consecutivo con 6, a este producto le sumamos 6; y a este resultado le pegamos 4. Es decir:

Sea $n \in \mathbb{N}$, $(n \diamond 8)^2 = [n((n + 1) \diamond 6) + 6] \diamond 4$.

Demostración. Sea $n \in \mathbb{N}$, obsérvese que:

$(n \diamond 8) = (10n + 8)$	por operación pegamiento \diamond
$(n \diamond 8)^2 = (10n + 8)^2$	elevando al cuadrado
$= 100n^2 + 160n + 64$	resolviendo el cuadrado
$= 100n^2 + 160n + 60 + 4$	separando unidades
$= 10(10n^2 + 16n + 6) + 4$	factor común 10
$= 10(n(10n + 16) + 6) + 4$	factor común n

$$\begin{aligned}
 &= 10(n(10n+10+6)+6)+4 && \text{separando unidades} \\
 &= 10(n(10(n+1)+6)+6)+4 && \text{factor común 10} \\
 &= 10((n((n+1) \diamond 6))+6)+4 && \text{por operación pegamiento } \diamond \\
 &= [(n((n+1) \diamond 6))+6] \diamond 4 && \text{por operación } \diamond \cdot \blacksquare
 \end{aligned}$$

Ejemplo 2.8.1. $48^2 = (4 \diamond 8)^2 = [4(5 \diamond 6)+6] \diamond 4 = [4(56)+6] \diamond 4 = 230 \diamond 4 = 2304.$

Ejemplo 2.8.2. $28^2 = (2 \diamond 8)^2 = [2(3 \diamond 6)+6] \diamond 4 = [2(36)+6] \diamond 4 = 78 \diamond 4 = 784.$

Como consecuencia inmediata de la proposición anterior se tiene el siguiente corolario.

Corolario 2.8. Si un número terminado en 4, al omitir esa cifra y restar 6 se puede expresar como el producto de dos números naturales tales que el segundo número natural sea el pegamiento del consecutivo del primer número natural con 6, entonces tiene raíz cuadrada exacta, y tal raíz cuadrada es el pegamiento del primer factor con 8. Es decir:

Sea $x = m \diamond 4 \in \mathbb{N}$, si $m - 6 = n((n+1) \diamond 6)$, entonces $\sqrt{x} = n \diamond 8$.

La demostración se deja como ejercicio.

Ejemplo 2.8.3. Note que $\sqrt{1444} = 38$ porque $144 - 6 = 3(46)$.

Ejemplo 2.8.4. Note que $\sqrt{4624} = 68$ porque $462 - 6 = 6(76)$.

Proposición 2.9. Para hallar el cuadrado de un número cuya cifra final sea 9, se multiplica el número conformado por las cifras anteriores a 9 con el pegamiento de su consecutivo con 8, a este producto le sumamos 8; y a este resultado le pegamos 1. Es decir:

Sea $n \in \mathbb{N}$, $(n \diamond 9)^2 = [n((n+1) \diamond 8) + 8] \diamond 1$.

Demostración. Sea $n \in \mathbb{N}$, obsérvese que:

$(n \diamond 9) = (10n + 9)$ por operación pegamiento \diamond

$(n \diamond 9)^2 = (10n + 9)^2$	elevando al cuadrado
$= 100n^2 + 180n + 81$	resolviendo el cuadrado
$= 100n^2 + 180n + 80 + 1$	separando unidades
$= 10(10n^2 + 18n + 8) + 1$	factor común 10
$= 10(n(10n + 18) + 8) + 1$	factor común n
$= 10(n(10n + 10 + 8) + 8) + 1$	separando unidades
$= 10(n(10(n + 1) + 8) + 8) + 1$	factor común 10
$= 10((n((n + 1) \diamond 8)) + 8) + 1$	por operación pegamiento \diamond
$= [(n((n + 1) \diamond 8)) + 8] \diamond 1$	por operación \diamond . ■

Ejemplo 2.9.1. $19^2 = (1 \diamond 9)^2 = [1(2 \diamond 8) + 8] \diamond 1 = [1(28) + 8] \diamond 1 = 36 \diamond 1 = 361.$

Ejemplo 2.9.2. $49^2 = (4 \diamond 9)^2 = [4(5 \diamond 8) + 8] \diamond 1 = [4(58) + 8] \diamond 1 = 240 \diamond 1 = 2401.$

Como consecuencia inmediata de la proposición anterior se tiene el siguiente corolario.

Corolario 2.9. Si un número terminado en 1, al omitir esa cifra y restar 8 se puede expresar como el producto de dos números naturales tales que el segundo número natural sea el pegamiento del consecutivo del primer número natural con 8, entonces tiene raíz cuadrada exacta, y tal raíz cuadrada es el pegamiento del primer factor con 9. Es decir:

Sea $x = m \diamond 1 \in \mathbb{N}$, si $m - 8 = n((n + 1) \diamond 8)$, entonces $\sqrt{x} = n \diamond 9$.

La demostración se deja como ejercicio.

Ejemplo 2.9.3. Note que $\sqrt{9409} = 97$ porque $940 - 4 = 9(104)$.

Ejemplo 2.9.4. Note que $\sqrt{18769} = 137$ porque $1876 - 4 = 13(144)$.

T

ENDENCIAS EN LA FORMACIÓN DOCENTE

99

Carmen Cecilia Suárez Mantilla, Ph. D.¹

RESUMEN

El artículo presenta nueve tendencias en la formación de docentes que definirán la actividad del mañana.

Estas tendencias son: la complejidad; el desarrollo de procesos; una visión reflexiva que orienta a la acción; la interdisciplinariedad y el trabajo en equipo; la integración de la docencia y la investigación; la integración del conocimiento alrededor de proyectos; el aprendizaje múltiple; el desarrollo de la identidad y el sentido de pertenencia; y de la esperanza y visión de futuro.

ABSTRACT

The article presents nine tendencies in teacher training, which will determine the University of the future.

These tendencies are: complexity; process development; a reflexive vision that orients action; interdisciplinary team work; integration of teaching and research; integration of knowledge around projects; multiple learning; the development of a sense of identity and belonging; the development of hope and a future oriented vision.

PALABRAS CLAVES

Tendencias; complejidad, racional- irracional, orden – desorden; postmodernidad, procesos de pensamiento; creatividad; integración teoría y práctica;

¹ Doctora de la Universidad de Florida State, Tallahassee en Planeación y Evaluación Educativa; tiene una Maestría en Psicología Educativa de la Universidad Católica de Washington, U.S.A.; Directora de la Especialización en Docencia e Investigación de la Universidad Sergio Arboleda y asesora del proceso de Acreditación.

equipos de docentes; investigación-docencia; proyectos; múltiples; individual; evaluación; valores; identidad, futuro.

Este artículo parte de diversos conceptos y teorías en discusión hoy en día y de mi propia experiencia y reflexión en el trabajo docente, en procesos de planeación y evaluación y de formación de formadores.

Comienzo enumerando brevemente nueve tendencias que considero fundamentales en el área de la formación docente; luego pasaré a mirar más a fondo cada una de ellas. Las tendencias acá tratadas, existen hoy en forma incipiente y son gérmenes de futuro, que definirán la universidad del mañana, pues nuestra universidad actual está lejos de ellas.

Primero que todo, creo que hay un gran contexto postmoderno que afecta también la formación docente y ese tiene que ver con la **complejidad**. Un segundo aspecto que miraremos es el **desarrollo de procesos**: no estamos encaminados ya al desarrollo de contenidos, sino más bien, al desarrollo de procesos. Un tercer aspecto, que es importante, y que lo será más en el futuro, es una **visión reflexiva que orienta a la acción**: es decir, la antigua división entre práctica y teoría—que no es tan antigua, sino que sigue vigente en nuestros planes de estudio y en nuestra conceptualización del quehacer docente— se modifica para integrar éstos dos elementos. **La interdisciplinariedad y el trabajo en equipo** son indispensables: ya comenzamos a alejarnos de la concepción de la docencia, como el trabajo de un solo docente. Se requiere **integrar la docencia y la investigación**. El conocimiento, a la vez, se integra **alrededor de proyectos**; no se divide y se atomiza por temáticas o por campos del saber, sino que hay una mirada global alrededor de los grandes problemas y de las grandes temáticas. También, el aprendizaje se concibe como un **aprendizaje múltiple**, no lineal y no exclusivamente racional. Es necesario en la docencia, no sólo el apoyo al conocimiento, sino además el desarrollo de valores y actitudes como la **identidad y el sentido de pertenencia y la esperanza y la visión de futuro**.

Entonces miremos cada uno de estas tendencias que marcan el futuro, tanto en el quehacer docente, como en la formación docente:

Iniciamos con la **complejidad**: en el paradigma moderno se buscaba la verdad, la verdad universal, la verdad absoluta; las verdades eran excluyentes entre sí. Sin embargo, la modernidad generó su propia contradicción y nos enfrentamos a la posibilidad de muchos paradigmas que no son excluyentes entre sí; es decir, verdades que coexisten, que inclusive pueden ser antagónicas, pero todas con

un elemento de validez. Ya no tenemos un mundo en blanco y negro y nuestra labor docente tampoco puede serlo. Igualmente, hemos rescatado, gracias a la postmodernidad el elemento irracional; aunque creo que nosotros en América Latina nunca los hemos perdido, afortunadamente. Ese término puede tener un sentido negativo, pero también tiene un sentido muy positivo, que es la recuperación de todos los procesos que no son estrictamente racionales y que son muy importantes en el conocimiento humano; uno de ellos, por ejemplo, es la intuición y otro, la misma subjetividad. Hoy en día, sabemos que la formación de científicos y docentes no es solamente la formación lógica-racional, sino que además se deben desarrollar la intuición y otra serie de procesos y valores que no son racionales, pero que son muy valiosos como vías alternas de conocimiento.

Otro legado de la postmodernidad es el rescate del orden y del desorden; todos nos alarmamos en el sistema educativo cuando oímos la palabra "desorden"; sin embargo, –aunque es indispensable que organicemos el currículo, o que haya una organización académica administrativa, que el alumno aprenda a organizar su trabajo, naturalmente el docente también– el desorden se está reivindicando, puesto que es necesario para experimentar, es necesario para la flexibilidad, es necesario para crear; es decir, tenemos que romper las estructuras demasiado rígidas de la modernidad, establecer, digamos así, espacios en que esa linealidad, esa organización, abra campo a la experimentación, a la exploración, a la conversación. Por ejemplo, los cafés en las universidades: (hace algún tiempo participé en un proyecto, con el doctor Evaristo Obregón y Mauricio Botero Montoya para revivir las tertulias en los cafés, alrededor de las universidades) ese espacio de conversación no programada, conversación espontánea, conversación desordenada, ha sido generador de los movimientos culturales, de las revistas, inclusive de muchas novelas, y de otras obras artísticas. Tal vez la actividad académica se convierte en ocasiones, en algo muy rígido, algo que seca la creatividad, que seca el pensamiento y que no deja que esa corriente fluya. Un café sería un espacio de desorden, pero un espacio de desorden creativo. Especialmente, en las universidades que trabajan con artes, es necesaria la exploración, la oportunidad de poder jugar. No quiere decir esto que entremos en un extremo anárquico, sino que podamos combinar lo positivo que nos deja el orden moderno, con la lúdica de la exploración y el desorden, que nos rescata la postmodernidad.

En cuanto al **desarrollo de procesos**: hemos estado muy orientados, –tanto en nuestra formación como docentes, seguramente en nuestra práctica docente y probablemente también, en la forma en que enseñamos, en que apoyamos el aprendizaje del alumno– a los contenidos, a la información; pero, hoy en día,

sabemos que esos contenidos, esa información, son cambiantes de una manera acelerada; entonces, se plantea que es conveniente desarrollar procesos, procesos que nos permitan cambiar continuamente; que aprendamos a pensar: ¿qué tanto espacio hemos dedicado en nuestro ejercicio docente, en nuestro desarrollo personal, a pensar sobre cómo pensamos? Tenemos un gran control, o digamos, por lo menos hemos pensado bastante, sobre los movimientos del cuerpo, sobre qué movimientos son apropiados para las diferentes danzas, para los diferentes deportes; sin embargo, hemos tenido muy poco conocimiento de nuestro proceso de pensamiento. Cuántos de nosotros podemos identificar nuestro estilo de pensamiento, o hemos dedicado algún tiempo a reflexionar sobre eso. En ese sentido, con Mauricio Botero Montoya, tenemos una investigación que se llama "los Ritmos Mentales", que busca precisamente establecer los estilos de pensamiento y que ayuda a las personas, a entender cómo piensan, a manejar su propio pensamiento. Todos tenemos bloqueos en nuestra forma de pensar, y al tener conciencia de ellos y de otras posibilidades de pensamiento, podemos manejar el proceso para la solución de problemas, para optimizar la creatividad. Nuestra cultura colombiana, aunque es muy creativa y muy "echada para adelante" en diversos aspectos, a veces también es negativa en cuanto a la solución de problemas: tenemos problemas que han seguido durante años y siempre vemos como un imposible encontrarles la solución; nadie intenta romper con esa inercia que perpetúa los problemas. Los procesos son formas de enfrentar la realidad, son formas de pensar que nos permiten actuar y responder a un mundo cambiante. La planeación y la evaluación, así mismo, que son el otro lado del desorden (el desorden solo, nos lleva a la anarquía) y todos los procesos que nos permiten ordenar, planear y evaluar; en esto, la Teoría de Sistemas, hizo un aporte muy destacado a la modernidad y personas como Edgar Morin están integrándola a la complejidad; en ningún momento, el orden que nos aportó la Teoría de Sistemas ha dejado de tener vigencia; lo que sucede es que se amplía, entra en un contexto mucho más grande, en que pasa a ser un elemento más.

La autodirección y la creatividad son procesos importantes. En cuanto a la creatividad, hay muchas miradas: hoy la creatividad dejó de ser un estudio disciplinario, para convertirse, en un estudio interdisciplinario que está siendo investigado por la biología, por el arte, por la educación, por la psicología; éste ha sido uno de los grandes temas de investigación de la postmodernidad. Como docentes necesitamos ser creativos; nuestra labor está siempre cambiando, nunca es predecible. Los principios deben estar continuamente adaptándose, para generar nuevas miradas. Sin embargo, el sistema educativo tradicionalmente —y esto en todos los países— ha sido el sistema más reacio a cambiar y de igual manera, a veces, los docentes hemos sido los más resistentes al cambio. Pero

esta nueva época implica un desafío y hace necesario que podamos romper y abrirnos a nuevas maneras de actuar y de pensar.

El tercer aspecto que cobrará más importancia que en el futuro, es **una visión reflexiva que orienta a la acción**. Esto se aparta, como decía, de la división teórico práctica. En nuestros planes curriculares, hablamos de la teoría y de la práctica; el resultado es, que lo que enseñamos sobre teoría, para que después el alumno aplique en la práctica, se olvidó cuando el alumno llega finalmente, varios semestres después, a la práctica; entre otras cosas, se olvida, porque se requería de la práctica para aprender la teoría. No son dos aspectos separables. La teoría no tiene sentido sin una experiencia, y ésta es la práctica; a su vez, la práctica sin ninguna orientación, no apoya el aprendizaje y tampoco tiene sentido. Necesitamos lo que he llamado una visión reflexiva: es decir, que haya una conceptualización, que haya un elemento teórico, histórico, que orienta la acción; que no haya un rompimiento. Hoy están juntas en una dinámica, yo pienso; yo hago; no, yo pienso y después aprendo a hacer, cuando ya lo que me enseñaron que debería pensar, lo olvidé, porque nunca lo materialicé. Lo que yo pienso, sólo se vuelve realidad, en la medida en que actúo también, en que hay una congruencia entre lo que pienso y lo que hago, entre lo que digo ser y lo que soy.

Otra tendencia de la formación de docentes es la **interdisciplinariedad y el trabajo en equipo**. Uno de los aspectos que va a cambiar en el sistema educativo, es la concepción de la docencia como el trabajo individual de un docente, con unos alumnos. La concepción de que el conocimiento individual es limitado, de que es necesaria una visión interdisciplinaria, es decir, de que sólo al unir nuestras diversas miradas y conocimientos, tenemos una mirada más compleja, completa y más real, también lleva a que no podemos trabajar solos, no podemos investigar solos, no podemos enseñar solos. Debemos pensar, cada vez más, en equipos de docentes, que integran los diversos campos del saber y que trabajan orientando al alumno como equipo. Esto también llevaría a un saber que no es atomizado, que no es dividido, a un saber que se integra.

Con relación a la **integración de la docencia e investigación**, ésta es uno de los grandes retos de la universidad colombiana. La ley 30 planteó la necesidad de que la universidad, además de trabajar en los aspectos docentes, aporte en el campo investigativo. Pero no es la concepción de la investigación separada de la docencia, como lo fue la universidad Humboldtiana de finales del siglo XIX, en la cual la investigación era algo muy lejano del quehacer docente, en la cual el docente no era investigador; los investigadores además, eran seres extraños, que hablaban un idioma difícil de entender. Esa visión del docente y del

investigador, debe cambiar, está cambiando y es la gran necesidad de cambio de la universidad colombiana. Cada vez es más indispensable un docente que investigue, que en su cotidianidad, en la forma en que aproxima su trabajo decente, esté investigando, esté pensando investigativamente. La investigación es una manera de pensar, en el sentido en que no tenemos un saber terminado, un saber que otros hicieron para nosotros, sino un saber que está en construcción continua y nosotros somos parte de esa construcción; tenemos muchas preguntas por responder y somos parte del proceso de búsqueda para responder a esas preguntas. Esa integración de la docencia y la investigación, es esencial y, a su vez, lleva a un cambio en la concepción de la institución educativa. Ya la investigación no es algo que hacemos marginalmente, o no debe, ser, en este contexto; es algo que está entrelazado con la labor docente.

Pasemos a la **integración alrededor de proyectos**: habíamos mencionado que, al trabajar interdisciplinariamente, al trabajar en equipos, nuestra visión dividida en compartimentos del conocimiento y del saber, se transforma. Por lo tanto, aunque tengamos miradas diferentes al saber, este saber tiende a integrarse. El conocimiento del alumno no puede darse por pedacitos en asignaturas en varias disciplinas, sino alrededor de proyectos, que integren las diversas miradas y conocimientos.

"Con relación a la **multiplicidad en el aprendizaje y en el conocimiento**, hoy en día se está hablando mucho de "inteligencias múltiples", éste es un tema de mayor importancia en todo el mundo, porque sabemos que no hay una sola forma de conocer, aprender, y por lo tanto no hay una sola forma de enseñar y no hay una sola forma de evaluar. Se convierte la docencia, entonces, en un ejercicio científico y en un ejercicio de investigación: cuáles son las clases de inteligencias de nuestros alumnos; qué es lo que estamos enseñando, desde el punto de vista de a qué aprendizaje se refiere y como consecuencia, cuáles deben ser nuestras estrategias docentes y nuestras estrategias evaluativas. A veces tratamos de introducir el cambio –como con frecuencia lo ha hecho el ministerio de educación, seguramente con muy buena voluntad, pero con resultados muy pobres– pasando leyes sobre pedacitos de la realidad docente; por ejemplo, leyes que regulan la evaluación. Pero no vamos al fondo, que es la concepción misma del proceso enseñanza- aprendizaje y no hay ley que nos pueda cambiar lo que hacemos en la evaluación, si esa concepción no ha cambiado, si no estamos mirando el proceso de la enseñanza como algo complejo, a nuestro alumno como alguien complejo y quien por lo tanto requiere unas enseñanzas que respondan a su proceso diferente y único de desarrollo. Ese es el problema de la evaluación: no podemos tener formas de evaluación

individualizadas, con un esquema educativo que es masificado, que no piensa en el alumno, que no está respondiendo a sus necesidades y a sus capacidades. No hay manera de engranar una cosa con otra y el problema de la evaluación va a seguir siendo, hasta que no haya un cambio en esa concepción del proceso de enseñanza aprendizaje, puesto que la evaluación es sólo una parte del proceso. Eso no va a cambiar con leyes; va a cambiar con la reflexión, la formación a nivel docente y la transformación del sistema educativo, porque el docente no puede cambiar, si no hay espacio para el cambio.

En cuanto al desarrollo **del sentido de identidad y pertenencia**, desafortunadamente la labor docente se ha centrado mucho en que debemos formar a profesionales, pero se nos ha olvidado formar seres humanos. La formación de esos seres humanos implica el desarrollo de un sentido de identidad y eso lo está necesitando Colombia en este momento, en que muchas personas, por razones seguramente justificadas, están buscando escapar, en lugar de ver que todos tenemos un aporte a la solución de los problemas del país, que el país es nuestro, que el país somos nosotros. El desarrollo de ese sentido de identidad, también es parte de nuestra formación y de nuestra labor formadora. ¿Qué tanto estamos trabajando como docentes y qué tanto está trabajando el sistema educativo, en el desarrollo de la identidad y de la pertenencia?

Para terminar, pensando así mismo en la formación del hombre, es indispensable **desarrollar la esperanza y la visión de futuro**. Cada vez más, hay una juventud sin esperanza y seguramente, a nosotros nos cabe una parte de la responsabilidad en eso: no le hemos mostrado caminos, no le hemos dado el sentido de potencia, de que sí tenemos problemas, pero que también podemos enfrentarlos, podemos buscar soluciones; esto no es un problema fuera de nuestro dominio. Como docentes tenemos un gran poder, una gran capacidad de influir en la vida de cada uno de nuestros alumnos (nosotros mismos, probablemente nos acordamos de algún docente que hace muchos años, nos transmitió el amor por la lectura, o el amor por la literatura, o que nos hizo reconocer nuestras capacidades) eso es fundamental; y en especial, porque hemos sido un país colonizado, donde pensamos con frecuencia que los otros son mejores que nosotros, que el saber está en otra parte, que nosotros no construimos nuestro saber, lo aprendemos de otros lados, que para ser universal, hay que estar en París o en Londres, no en Bogotá; entonces, tenemos que mirarnos a nosotros mismos, a nuestra fortalezas. Los extranjeros cuando vienen a Colombia encuentran muchísima vitalidad, creatividad, muchas fortalezas que nosotros no vemos. Parte de romper con esa mentalidad colonizada, es considerar que podemos, que hay un futuro y que somos parte de la construcción de ese futuro. Esto es algo que debemos

transmitir, no a través de la palabra, sino a través de la misma experiencia, porque como docentes somos modelos y no se es modelo, solamente diciendo, sino siendo y haciendo .

BIBLIOGRAFÍA

GARDNER, Howard , *Las Inteligencias Múltiples*. Editorial Paidós, España, 1993.

GAGNE, Robert, *Las Condiciones del Aprendizaje*. 3ra. edición, 1973.

MORÍN, Edgar. *Introducción al Pensamiento Complejo*. Editorial Gedisa, S.A., Bogotá, 1996.

MORÍN, Edgar. *Siete Saberes Necesarios para la Educación del Futuro*. Cooperativa Editorial Magisterio. UNESCO 2001.

BOTERO, Mauricio, SUÁREZ, Carmen C; *Los Ritmos Mentales*. Arango Editores, Bogotá. 2000.

SUÁREZ, Carmen C; *El Sistema Montessori y otros Enfoques para la Educación Temprana*. Editorial La Serpiente Plumada, Bogotá. 2001.

SUÁREZ, Carmen C, *La Inteligencia, el Aprendizaje y el Pensamiento Creativo*, inédito.



Universidad Sergio Arboleda
Centro de Investigaciones "Civilizar"
Calle 74 No. 14-14
Tels: 5400300-3220080
www.usergioarboleda.edu.co