



CONICIT

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES

CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS

Ciclo de Conferencias sobre

Ciencia y Tecnología

Agosto - Octubre, 1986

Primera Parte

HISTORIA Y FILOSOFIA DE LA CIENCIA



1522
08-10-01
CT. 39.

TEMA

CIENCIA Y TECNOLOGIA

FECHA:

5 de agosto de 1986



EXPOSITOR:

DR. ROBERTO MURILLO



CT. 37

3 de nov. 86
2/15



CIENCIA Y TECNOLOGIA

Me propongo mostrar, recurriendo a los hitos más destacados en la historia del pensamiento filosófico, la complementariedad entre ciencia y filosofía, el hecho de que estas disciplinas son dos caras de una misma moneda, en la siguiente forma: la filosofía aparece como un límite de la ciencia, en el doble sentido de que le da forma y le establece fronteras; la ciencia constituye una metáfora de la filosofía, pues lleva al plano de la imaginación constructiva lo que la filosofía entrevé gracias a la intuición intelectual y a la razón pura.

Cuando Parménides, en los albores del pensamiento occidental, se eleva hasta la contemplación del ser, cuando funda de esta manera la ontología (núcleo de la filosofía), los griegos estaban en posesión de notables conocimientos científicos, en astronomía y en matemáticas (geometría), ya recibidos del cercano Oriente, ya descubiertos por ellos mismos. Parménides cuenta en su poema Sobre la naturaleza un rito de origen chamánico, que es la transposición intelectual, la sublimación, de un rito de iniciación erótica: traslada al entendimiento (nus), al "ojo del alma", esa percepción directa, plena a la vez de evidencia y deslumbramiento, que domina a los sentidos cuando Eros los impregna. Guiado por seres míticos de sexo femenino, el joven Parménides asciende por un sendero que le lleva, desde el mundo de la opinión (doxa), hasta el de la verdad. Pero llegado a la contemplación del ser, a la célebre afirmación de la identidad entre el pensar y el ser, no se sienta en aquella cima, de espaldas a las apariencias de los sentidos. Desde la ontología, la diosa que le muestra al iniciado la verdad, le señala igualmente el camino de la recuperación del mundo sensible, a través de la delimitación de las ciencias.

Además de enseñarle la verdad "bellamente redonda", la diosa muestra a Parménides el círculo del pensamiento: regreso a los conocimientos astronómicos, geométricos, biológicos incluso, que constituían el orgullo de la escuela pitagórica. No hay contradicción entre la polémica antipitagórica de Parménides y de su discípulo Zenón, enderezada contra el número y contra el movimiento, y esta reconstrucción de las ciencias que aparece en el poema Sobre la naturaleza. Los filósofos jónicos yerran al tomar por verdad el conocimiento sensible, los pitagóricos al tomar por tal la explicación matemática del mundo sensible, pero la diosa enseña a

Parménides "cómo las apariencias es necesario que sean bajo el modo de apariencias (doquimos)", preparándolo para no ser vencido por "ningún conocimiento de los mortales". El hombre que se eleva hasta la intuición del ser no rechaza el conocimiento sensible ni el científico, sino una cierta filosofía que absolutiza tales formas del saber: rechaza la ciencia dogmática para defender la ciencia hipotética, la recta opinión que es un trasunto de la verdad.

El regreso al conocimiento científico después de la aventura ontológica adquiere en Platón doble importancia. Ya no se trata solamente de iluminar retrospectivamente el mundo de la apariencia sensible desde la verdad del ser, sino también de emplear al mundo sensible y a la figura científica como metáforas del mundo inteligible, que no por verdadero es menos problemático. A la entrada de la Academia platónica se encontraba un célebre rótulo: "no entre quien no sepa geometría". La ciencia de aquel tiempo era propedeútica para el más alto saber, para el conocimiento dialéctico de las ideas. Las matemáticas constituían un ejercicio excelente de abstracción y de deducción. Podría pensarse en tirar la escalera, después de haber subido la muralla. Pero Platón, a medida que madura en su pensamiento, se hace consciente de las aporías que dominan la contemplación misma del ser, comprende que la figura científica, lejos de quedar "superada", en el camino ascendente del saber, es el punto de apoyo indispensable para comprender de manera figurada lo que no se deja captar directamente sin paradojas. Hay una especie de donación recíproca de sentido entre una ontología que, aunque problemática, describe un horizonte, y una ciencia que, aunque vocada al mundo de las apariencias, se inscribe en lo que hoy llamaríamos un "modelo", testigo de su coherencia, de su valor como símbolo de la ontología.

La iluminación retrospectiva de la apariencia (la filosofía delimita el saber científico) queda magistralmente presentada en el conocido mito de la caverna, de invención platónica pero de resonancias "místicas", órficas. Recordemos que nosotros, inmersos en el mundo sensible, somos comparables a prisioneros atados en una caverna, con la mirada dirigida hacia el fondo, donde sólo se ven sombras de los seres que pasan frente a la entrada. Si alguno logra desatarse y mira directamente tales seres, quedará deslumbrado, como nosotros si, atados desde el nacimiento a la sensibilidad, contemplamos de repente los conceptos universales. El que ha salido no debe quedarse fuera: ha de regresar a enseñar a sus antiguos compañeros la verdad que trasciende el conocimiento sensible, la lectura entre líneas del discurs-

so científico. En este ir de lo uno a lo otro, en este servir de mediador entre dos mundos es donde se encuentra el filósofo platónico en su vida mortal, no en los "templos serenos" del poeta latino, ni en el jardín de Epicuro. La vía de la doble perplejidad, entre la explicación hipotética y la intuición intelectual, o entre la política y la dialéctica, la mediación que empareja la filosofía y la erótica se encuentra dicha por Platón con las siguientes palabras en relación con el hombre que regresa a la caverna: "Cualquier hombre sensato recordará que dos son las maneras y dos son las causas que producen la turbación de los ojos: una, el pasar de la luz a la oscuridad; otra, el pasar de la oscuridad a la luz. Seguro que no se echará a reír sin más, luego que haya pensado que en la misma situación se encuentra el alma cuando se turba y no puede distinguir los objetos; entonces comprobará que al provenir de una vida más luminosa, la falta de hábito le produce la ceguera, o que, al pasar de una mayor ignorancia a una mayor claridad, se ve deslumbrado por el resplandor de ésta" (República, 518 a-b).

El mundo sensible es en la tradición platónica metáfora del mundo inteligible. Esto no debe entenderse solamente en el sentido pedagógico: las ciencias como prope^uedútica de la filosofía, como término medio en el camino ascendente que va desde la intuición sensible hasta la intuición intelectual del ser. Sin duda Platón usa los conocimientos geométricos como imagen de sus ideas epistemológicas, estudia la relación entre las formas del conocimiento como si fueran segmentos de una recta orientada, ascendente. Habla de la diánoia, del discurso científico, como de una media proporcional entre los sentidos y la inteligencia ontológica (prescindiendo ahora de detalles de formulación geométrica). Pero, cosa aún más importante, busca apoyarse en la teoría científica cuando la intuición del ser, mostrándose paradógica, o al menos misteriosa, no permite invertir los términos de la metáfora, no se muestra en un segundo momento, como se esperaba, más clara que el símbolo sensible que permitió suscitarla. Así, cuando el Sócrates platónico, en la República, se acerca al fin al meollo de la discusión sobre la justicia, a la definición de la idea del Bien, pide se le excuse por la obnubilación que padece ante la dificultad del asunto, que se le permita hablar "del hijo, ya no del padre", del sol, que en el mundo sensible hace crecer a los seres vivos y los hace visibles, de la misma manera que el Bien hacer ser a las ideas y las hace inteligibles.

Después de encontrar aporética su ontología, Platón regresa con redoblada pasión a las ciencias de los pitagóricos (aritmética, geometría, música y astronomía,

que constituirán en su momento el quadrivium medieval). Por boca del Extranjero de Elea, quien pide disculpas por cometer pavidio intelectual contra Parménides, dice Platón: "nosotros creíamos antes comprenderla (la palabra ente), mas ahora nos encontramos perplejos (eporékamen= aporetizamos)" (Sofista, 244 a). Encontrándose el pensamiento, no por primera ni por última vez en la historia, ante la imposibilidad de dar una explicación unitaria de la totalidad (no digamos ya de esclarecer la noción del ente), regresa a la apariencia sensible, a "hacerse figuras de las cosas", para usar una expresión de Wittgenstein. Así, en el Timo ensaya Platón una hipótesis cosmogónica, describiendo el origen del cosmos a partir del caos por obra de un demiurgo o arquitecto divino. Pero la dificultad de la metafísica no lo conduce a un positivismo avant la lettre, no hay en su pitagorismo tardío ninguna pretensión de absoluto, sino una clara conciencia del valor hipotético de las ciencias y de la subordinación de éstas a un límite superior, que permanece como un horizonte filosófico, no convertido en sistema, sino en ideal de la razón, si podemos usar esta noción kantiana.

Hoy estamos lejos del racionalista del siglo XVII, cuando se pensó en establecer un sistema deductivo abarcador de todo el saber, donde se diera una explicación exhaustiva de la realidad. Sin embargo, la "matemática universal" cartesiana sigue orientándonos hoy en dos sentidos: positivamente, porque la extrema exigencia de unidad es como el punto de infinito donde se unen las paralelas, según la geometría proyectiva: allí convergen la ciencia y la filosofía, allí se anudan los factores complementarios y se invierte el sentido de las metáforas; negativamente, porque las reducciones al absurdo sufridas por los intentos de dar razón unitario de la totalidad, deben enseñarnos a desconfiar de los ídolos de la razón: de las explicaciones unilaterales que presumen de absolutas.

La metáfora cartesiana del árbol del conocimiento nos enseña algo semejante al mito bíblico de la fruta del árbol de la ciencia del bien y del mal: ésta, aunque prohibida, permanece apetecible, aquél, aunque caído, retoña cada vez que anima a la ciencia un aliento creador. Ocurre así con los arquetipos: precisamente porque son imposibles, hacen real lo posible. No porque no podamos erigir una sola ciencia unitaria dejaremos de tener a la vista la ambiciosa unidad del saber que, partiendo de los primeros principios de las cosas, prosigue por las leyes generales de la materia, hasta aquellas formas del saber aplicado que harán más digna la vida del hombre. "Así toda la filosofía es como un árbol cuyas raíces son la metafísica,

el tronco es la física, las ramas que salen de este tronco son todas las otras ciencias, que se reducen a tres principales, a saber la medicina, la mecánica y la moral; entiendo la más alta y la más perfecta moral, que presuponiendo un conocimiento completo de las otras ciencias, es el último grado de la sabiduría" (DESCARTES, Principios de filosofía, carta preliminar). Hay una continuidad entre la filosofía y la ciencia, entre la ciencia pura y la aplicada, entre ésta y una sabiduría personal y política abarcadora, en este ideal del sabio de Occidente, vigente aún hoy en la medida en que estamos lejos de haber cumplido los mejores ideales de la Ilustración.

Leibniz cumple, con el cálculo infinitesimal, el propósito que llevó a Descartes a desarrollar la geometría analítica: trascender lo imaginativo de la figura geométrica, mediante una versión algebraica de todos los entes representados en el espacio euclídeo. Pero el ideal de la mathesis universalis no permanece en el campo de la matemática propiamente dicha: busca expresar la realidad total en un sistema deductivo único, como en la Ética demostrada a la manera de la geometría, del gran filósofo Baruch Spinoza. Así, Leibniz indaga en el sentido de una característica universalis, una especie de alfabeto universal, una lista de signos primitivos a partir de los cuales pudieran definirse los de un lenguaje abarcador, capaz de restablecer la unidad idiomática perdida, según la tradición bíblica, en la empresa de construir la Torre de Babel. Leibniz cree que toda la ciencia matemática puede deducirse del solo principio de identidad y que, si se agrega el principio de razón suficiente, puede contruirse el edificio entero de la física (mecánica y óptica de Newton). En realidad, Leibniz no sólo plantea tal unidad del saber como un ideal remoto, sino que se destaca como un genio creador en los más diversos campos: metafísica (teoría de las mónadas), lógica (indogación de los principios de todo razonamiento), matemáticas (cálculo diferencial e integral), física (ley de conservación de la "fuerza viva"), para no hablar de sus contribuciones a la historia y al movimiento ecuménico. Sin embargo, el racionalismo de Leibniz, precisamente por ser más profundo, es más sutil que el de Descartes: la idea de infinito viene a introducirse en el seno de la totalidad unitaria, desafiando así el poder de la mente humana.

Si podemos señalar un primer principio en el pensamiento de Leibniz, es el principio de continuidad. Hay continuidad entre los distintos niveles del saber, entre metafísica, lógica, matemática y física, pero tal continuidad envuelve la no-

ción de infinito, no puede agotarse en un número finito de pasos. Por ejemplo, Leibniz explica ciertamente la matemática a partir del principio de identidad, como lo subrayan, en su interpretación unilateral, los logicistas Couturat y Russell, pero lo hace no sin antes transformar el concepto mismo de la identidad. No hay aquí, como en el positivismo lógico, la idea de una superposición sin concepto de la experiencia contingente en la lógica formal necesaria, pues su vocación es más vinculante: reformar la razón misma para hacerla coincidir con la experiencia, hacer más real la razón para dar mejor razón de la realidad. Y es que la noción misma de identidad es transformada por Leibniz, conforme a su intuición fundamental, que ilumina todos los niveles del saber: la continuidad como transición infinita entre un orden y otro. Así, la identidad se define como una desigualdad infinitamente pequeña. Y allende el terreno matemático, el determinismo aparece como una libertad infinitesimal, y la posibilidad como un conatus tan pequeño como se quiera, de la realidad. Leibniz postula un edificio monolítico del saber, recorrido por un movimiento que supone una continuidad, sí, pero una infinitud en esta continuidad, una infinitud que impide erigir tal edificio de manera "demasiado humana".

Nada más alejado del pensamiento de Leibniz que la idea de un divorcio entre ciencia y filosofía, considerando a la primera como suma de la objetividad y a la segunda, en cuanto tabla de valores y de normas de conducta, como resultado de una subjetividad más o menos compartida. Pero tampoco podemos atribuirle la paternidad de las doctrinas que postulan la unidad del saber al precio de las más drásticas reducciones. En su filosofía, la metafísica, como teoría de las sustancias espirituales llamadas mónadas, consistentes en percepción y apetición (deseo continuo de una mayor percepción), y la ciencia mecánica, como descriptiva, no de la realidad, sino de un fenómeno bien fundado en ella, mantienen una radical analogía. La misma intuición fundamental de Leibniz se expresa en el plano metafísico y en el científico, de manera que la ciencia, leída entre líneas, "descodificada", es tan filosófica como la monadología.

La complementariedad entre la filosofía y la ciencia se sitúa a medio camino entre el dogmatismo y el escepticismo relacionados con el valor de la ciencia. En efecto, el divorcio entre dichas disciplinas se consume por igual cuando "se tiene a la ciencia por inmanente a la naturaleza, preformulada en ella, y que no espera más que una ocasión para revelar al hombre de ciencia (savant) una parte de sí misma" (Bergson, citado por R. M. Morsé-Rastide, Bergson éducateur, P.U.F., París 1955,

p. 245), que cuando se la ve como cifra convencional de la experiencia, juego plausible para ordenar los datos de los sentidos. Entre estos extremos, que se tocan uno al otro, se sitúa como síntesis una posición filosófica que le atribuye a la ciencia un valor objetivo, pero condicionado, que acepta el discurso científico como referido a la realidad si se acepta, además de él, otro discurso, el de aquel observador que "mira por sobre los hombros de la ciencia ingenua", usando, modificada, una expresión de Hegel. El paso que va de Descartes y Leibniz a Kant, en este respecto, es el de la plena introducción de esta doble perspectiva, el del inicio del auténtico diálogo entre ciencia y filosofía. En ello Kant es a la filosofía de la ciencia como Esquilo al drama griego: quien lleva a escena el segundo personaje, el deuteragonista, y conduce así el teatro a su madurez.

Kant se pregunta, en la Crítica de la razón pura, cómo es posible la geometría de Euclides y cómo es posible la física de Newton, aceptando como un hecho que son reales, que tienen validez. Dice que estas disciplinas no pueden estar constituidas por juicios analíticos a-priori, tautológicos, donde el predicado se ha extraído del concepto del sujeto, pues tales enunciados no enriquecerían el saber: la ciencia, según Kant, no puede deducirse del principio de identidad, ni siquiera como matemática pura. Agrega que tampoco pueden las ciencias componerse de juicios sintéticos a-posteriori, donde la cópula une al sujeto con un predicado que no se obtiene de él, que viene de otra parte, sí, pero con un fundamento meramente empírico, que no puede proveer un valor universal y necesario al conocimiento. La ciencia no puede inducir sin más a partir del conocimiento sensible, de lo siempre diferente. La ciencia, dice Kant, ha de estar constituida entonces por juicios sintéticos a-priori, es decir, en que la relación del predicado con el sujeto no se siga ni del principio de identidad, como quiere el racionalismo, ni de la experiencia, según el criterio empirista. ¿Cómo es posible entonces tal clase de juicios?

Kant propone, para explicar el valor universal de las ciencias fuera del plano de la mera lógica formal, emprender una "revolución copernicana" en la teoría del conocimiento. Si Copérnico explicó el sistema solar mejor que lo había explicado Ptolomeo, poniendo el sol, y no la tierra, en el centro, Kant explica el conocimiento científico mejor que sus predecesores, poniendo el sujeto, ya no el objeto, en el centro del sistema epistemológico. En concreto: los enunciados científicos son posibles porque no versan sobre una presunta cosa en sí, independiente del sujeto,

sino sobre entes que se sitúan en el espacio y en el tiempo, a los que Kant considera formas a-priori de la sensibilidad, marcos no conceptuales puestos por el conocimiento humano para las cosas "externas" puedan serle dadas. Si al espacio y al tiempo agregamos las categorías (por ej., la casualidad), tenemos la estructura a-priori que el entendimiento finito proyecta hacia la realidad; sin dicha estructura no es posible el conocimiento científico. Lejos de reducir Kant por este procedimiento la ciencia a la mera subjetividad, ha provisto con él la condición de su objetividad. La ciencia explica la relación fundamental del hombre con el mundo, no la imposible estructura de una realidad transcendente, pero sólo la explica, en realidad, a quien lee en ella desde una perspectiva epistemológica, no sólo desde la literalmente científica.

Podemos decir, usando sus propias palabras, que Kant es un "geógrafo de la razón", un geómetra a la segunda potencia, que dibuja la forma de la geometría. No pretende que su filosofía crítica (no dogmática ni escéptica) forme un mismo cuerpo de doctrina con la ciencia, sino que pide una doble lectura del mundo del hombre, como la realizada por él mismo en cuanto profesor de geografía física y maestro de filosofía. La noción del espacio y del tiempo, la estructura de las categorías de la mente, no pueden convertirse en objeto directo del conocimiento científico: son sus supuestos. Las ideas de la razón (el mundo como un todo, el yo, Dios) tampoco pueden ser objetos científicos, pero sí deben ser pensados por la razón, como los puntos en que se juntan las paralelas, como principios orientadores aunque inasequibles del entendimiento humano.

La doble mirada que lanzan sobre lo real la ciencia y la filosofía, puede ilustrarse muy bien mediante una metáfora kantiana, oriunda de lo que llama Cassirer la "fantasía exacta" del gran pensador de Königsberg: el equilibrio que ha de establecer entre el conocimiento de objetos y el del horizonte que los hace posibles. Dice así Kant: "si me represento la superficie de la tierra como un plato (tal como aparece a los sentidos), me es imposible saber hasta donde se extiende. Pero la experiencia me enseña que, a donde quiera que vaya, siempre veo un espacio a mi alrededor que me permitiría seguir avanzando. Reconozco, pues, los límites de mi conocimiento efectivo de la tierra, pero no los límites de toda posible descripción de la misma. Si en cambio, he llegado a saber que la tierra es una esfera y que su superficie es esférica, puedo conocer, partiendo de una parte de ella, por ejemplo, de la magnitud de un grado, el diámetro de la esfera, lo cual me permite, a su vez, conocer según principios a-priori y de un modo determinado todos los límites de la tierra, es decir, su superficie. Y, aunque ignoro los objetos que esta superficie pueda contener, no sucede lo mismo res-

pecto del contorno donde se hallan contenidos, así como respecto de la magnitud y límites de tal superficie". (Critica de la razón pura, Alfaguara, Madrid, 1984, A 759, B 787, pág. 602. Trad. Ribas). Subrayemos en el texto anterior lo siguiente: se emplea en él a la geometría como símil de la teoría filosófica del conocimiento, precisamente para mostrar que ésta actúa como límite de la ciencia. Se vuelve con este pasaje kantiano a la ya mencionada proporción platónica: el conocimiento sensible es al científico como éste es al filosófico. Si el horizonte del primero es el segundo, el de éste es el tercero. Si el conocimiento sensible hace de metáfora de la ciencia, ésta es metáfora de la filosofía.

A manera de conclusión, volvamos a considerar la proporción platónica, tomando en cuenta la perspectiva fenomenológica del pensamiento contemporáneo. Si el siglo XVII - el "siglo del genio", según Whitehead - se caracteriza por el triunfo de la ciencia sobre el conocimiento ingenuo de los sentidos, con Kant ya comenzamos a cobrar conciencia de que tal triunfo comporta cierta pérdida, que la verdad científica es el producto de un proyecto ambicioso pero restrictivo, de conocimiento del mundo por el hombre. Así, dice Kant que es necesario en la ciencia consultar la experiencia, pero no escucharla como un discípulo lo hace con su maestro, sino como un juez oye a un testigo: obligándolo a ceñirse en la respuesta a los términos de la pregunta. En esta dirección podemos recordar la palabra de Hegel: el mundo de la ciencia es un mundo invertido (unverkehrte Welt), e ilustrarla con el ejemplo ofrecido por el astrónomo y filósofo Eddington en una conferencia: hay una diferencia total entre la mesa sensible sobre la que me apoyo ahora al hablarles a ustedes, y la mesa descrita por la microfísica, constituida por un vacío preponderante y unas diminutas partículas cargadas eléctricamente, que se mueven a una velocidad enorme. Y es que ya desde los orígenes de la ciencia moderna, en el siglo XVII, se decía que sólo son objetivos las "cualidades primarias" de la materia (extensión, figura, movimiento), es decir, las traducibles en términos matemáticos, mientras las "cualidades secundarias" (color, olor, placer) son "subjetivas", no existen en la realidad, sino en los sentidos de los animales. Es una operación que, al afirmar un mundo, niega otro, lo que expresa Husserl en una frase que me gusta repetir: "Galileo es un genio que a la vez descubre y encubre" (ein entdeckender und verdeckender Genius).

Desde luego, la tarea de la filosofía, como perspectiva complementaria de la ciencia, no puede consistir en restablecer el sentido común, o lo común de los sentidos. Antonio Machado (que además de poeta era filósofo, y muy bueno), decía, siguiendo

a Bergson más que a Hegel, que la ciencia descubre el reverso del ser. Al filósofo o al poeta corresponde restablecer el anverso, sin perder de vista el reverso: "para ver las cosas del derecho es necesario haberlas visto antes del revés". La filosofía, como segunda lectura de la realidad, deben hacer explícito lo que en las ciencias permanece implícito: la perspectiva desde la que el ojo del científico contempla el mundo, o mejor aún: el proyecto desde el que la ciencia construye o reconstruye el mundo, pues la ciencia sólo revela la realidad en virtud de los instrumentos con que la aborda. La filosofía, en cambio, a menos que quiera hacerse pasar por lo que no es, por ciencia, contempla a la ciencia constructiva con una mirada llena a la vez de inocencia y de astucia, juzgando del alcance y límite de las ciencias y aprendiendo de ellas un mensaje que le sirve de antídoto frente a sus propias aporías: sentido constructivo, vocación de dibujo, posibles gracias a la puesta entre paréntesis del contorno, que permite enfocar un objeto bien definido, con un método preciso.

TEMA

MORAL Y CIENCIA

FECHA:

12 DE OCTUBRE DE 1986

EXPOSITOR:

LIC. ELIZABETH MUÑOZ

MORAL¹ Y CIENCIA

¿Cómo es la relación entre estos dos ámbitos del quehacer humano, la moral y la ciencia? Es lo que pretendemos mostrar aquí muy esquemáticamente. Podemos adelantar que es una relación mediata y bidireccional. De un lado, el científico es primero que nada "sujeto moral" como todo miembro de cualquier sociedad, de la que se nutre. De otro, la ciencia, los científicos, imponen a la sociedad nuevos retos, los cuales exigen una respuesta en lo referente a las normas y a las acciones correspondientes a ellas.

Describiré cómo, posiblemente, funciona de hecho el fenómeno moral (y no cómo debería funcionar), para luego poder señalar los puntos de contacto entre moral y ciencia. Posteriormente pasaremos del ámbito del hecho al del ideal. Se tocarán las cuestiones siguientes, indispensables para dilucidar el tema, partiendo de un enfoque histórico.

- 1.- El hombre lucha por sobrevivir y actúa de formas diversas para lograrlo.
- 2.- El fenómeno moral es producto de la interacción de varios factores.
- 3.- El fenómeno moral a veces cambia, a veces permanece.
- 4.- El fenómeno moral es también "experiencia humana acumulada".
- 5.- En sentido estricto ninguna persona es amoral ni apolítica.
- 6.- Ni toda acción es necesariamente transformadora ni toda transformación es necesariamente beneficiosa.
- 7.- La ciencia plantea la necesidad de nuevas normas, de reorientación de las acciones o de acciones nuevas.
- 8.- Los científicos y las transformaciones beneficiosas.

1.- Conviene distinguir entre Etica y Moral. Ambas palabras quieren decir etimológicamente lo mismo: costumbre, hábito aprendido. Pero por Etica entendemos una rama de la Filosofía que tiene por objeto el estudio del fenómeno moral. Etica y Moral se relacionan, entonces, como una disciplina con su objeto de estudio. Véase Adolfo Sánchez Vázquez. Etica. México. Editorial Grijalbo, S. A. 1979.

1. El hombre lucha por sobrevivir y actúa de diversas formas para lograrlo.

El hombre tiene una naturaleza dinámica y socio-histórica. Se caracteriza, también, por su capacidad de razón y de lenguaje para comunicarse con los demás y de generación en generación.

El problema que ha enfrentado la humanidad desde los tiempos más remotos imaginables, problema fundante de sus quehaceres básicos, ha sido la lucha por sobrevivir. Las actividades que en forma permanente ha desarrollado el hombre a lo largo de la historia han sido reproducción y el trabajo (este último con muy diferentes modalidades).

El animal humano ha presentado o sabido que los miembros de su especie no pueden sobrevivir aislados de sus semejantes, ni sin trabajar. Tan desvalido es si lo comparamos con otros animales.

El movimiento que se da entre las capacidades del humano y su necesidad ha dado lugar a variadas esferas de acción, que han surgido a lo largo de miles de años en fases no siempre paralelas y no siempre simultáneas. Entre estas las que nos interesa destacar ahora son las esferas de la moral, de la ciencia y de la política. A grandes rasgos, a lo largo del tiempo las normas morales han perseguido regular las relaciones de los individuos entre sí: la política, la administración adecuada de los intereses que se consideran comunitarios; y la ciencia, el dominio de la naturaleza.

2. El fenómeno moral es producto de la interacción de varios factores.

¿Qué es la moral? es un conjunto. Por un lado, de normas de acción; por otro, de las acciones concretas de los individuos. En el fenómeno moral distinguimos pues el factor o plano normativo -el de la regla que postula deberes- del plano fáctico, o sea del de los hechos concretos. El plano normativo es el plano ideal, el del ideal que un conjunto de hombres pretende alcanzar en un momento dado de la historia; el plano de la fáctico es el de la realidad práctica. La sociedad, o un sector de ella, ha construido las normas en relación con las cuales diversas acciones de las personas se juzgan y se consideran "buenas" o "malas". Conviene recordar también que los hombres, las sociedades, se han encontrado siempre en un espacio y

un tiempo. De esta manera podemos fijar varios planos o aspectos que se conjugan en el fenómeno moral: el normativo (el del deber ser); el fáctico (el de lo que es); el de la sociedad y el del individuo; el espacial y el temporal.

¿Cuál de estos aspectos es el más importante? Por ejemplo ¿es la norma subjetiva? o sea ¿existe una moral inventada por cada individuo de los que pueblan el planeta?; ¿o es la moral social, y en caso afirmativo, homogénea, igual para todos?. ¿O cambian los códigos y las conductas a lo largo de la historia y en sociedades que son contemporáneas entre sí? Ofrecemos una respuesta: la moral es social e individual a la vez: en ocasiones, muchas, cambia. En ocasiones, permanece.

Es social e individual a la vez: cuando venimos al mundo ya nos encontramos con un código moral (en realidad con una serie de ellos relativos a muchos tipos de conducta) que nos enseñan y que por largo tiempo acatamos (en oportunidades, toda una vida). Se puede decir que antes de aprender a hablar ya nos están entrenando en el aprendizaje y cumplimiento de las normas morales, como parte fundamental de nuestra educación. De tal modo que antes de ser "algo" en concreto (médico, chofes, etc.) somos considerados como "sujeto moral". Por otro lado, este código vigente tiene su propia historia social: ha sido construido por muchas generaciones, responde de alguna manera a la experiencia y aspiraciones de estas. Es así que un código moral tiene origen social y social es su aprendizaje. También es social porque regula actos que tienen consecuencias para otros y estos "otros", miembros de una sociedad, se encargan de aprobar o desaprobar ciertas conductas.

Y, entonces ¿en qué sentido es individual la moral? En primer lugar es un individuo, una persona, única e insustituible, la que actúa moralmente (o inmoralmente); es también la persona la unidad que interioriza las normas en lo que llamamos una conciencia, y además el individuo es un potencial agente de cambio (o de conservación). De este modo apreciamos que la moral es individual y social a la vez y que es producto de la interacción entre las personas, sus comunidades y las sociedades.

No hay paradoja en lo afirmado si lo ubicamos en el marco de una naturaleza cuya característica más relevante es el ser dinámica e histórica. Sólo en una visión estática de la realidad no caben modificaciones ni relaciones dialécticas entre personas, masas de personas y el resto de la sociedad, ni entre sociedades, ni entre generaciones. Sin embargo, como se dice a menudo, el humano es un ser que siem

pre se está haciendo. La consecuencia es que sus códigos, sus acciones, su vida, siempre están haciéndose.

3. El fenómeno moral en ocasiones, muchas, cambia. En ocasiones permanece.

El hombre no está nunca enteramente terminado, y sin embargo, a lo largo de la historia encontramos cierta permanencia de conductas y normas consideradas como "buenas". En cuanto a tal permanencia diremos que se puede explicar así: la humanidad ha sabido durante miles de años que sus miembros no pueden sobrevivir aislados. Históricamente ciertas acciones han probado ser más beneficiosas, más útiles que otras para conservar la vida o para fomentar la "vida buena" (material y moral) que en cada época una sociedad (o sector de ella) se propone como meta, y espera heredar al futuro.

Esto es un factor de conservación que se combina con otros. El plano normativo es coercitivo y la coerción se transmite por medio de distintas instancias: la autoridad de los viejos, la familia, la religión, el poder político, etc.

La explicación del cambio es más obvia: los grupos humanos no son un todo homogéneo e indiferenciado. En la búsqueda de la mejor vida buena posible, diferentes sectores compuestos de diferentes personas tienen, debido a sus distintos intereses (económicos, políticos, etc.), ideas diversas acerca de lo que significa la propuesta de "mejor vida posible", y sobre todo, acerca de los medios para lograrla. Esto da cuenta de la coexistencia de varios códigos y conductas dentro de una misma sociedad y en sociedades que son contemporáneas. Así, tanto la conducta real de los humanos, como los ideales que se proponen en sus diversos códigos, esto es, el fenómeno moral en su conjunto, es producto de este perpetuo movimiento, producto de esta práctica y contradicción continua, de esta permanente interacción de los hombres entre sí y a la vez con su entorno.

Obsérvese que si lo que designamos como "humanidad" se hubiera dado de una vez y para siempre, si no tuviera que vivir en sociedad, si no pudiera plantearse posibilidades por medio de su razón, no tendría problemas de escogencia en sus acciones, ni de concebir metas, fines, ni de cuestionarse sus prácticas, ni de reexaminar sus hipótesis y teorías. Esto equivale a decir que no tendría problemas morales, ni políticos ni científicos.

4. El fenómeno moral es también "experiencia humana acumulada".

El fenómeno moral es un producto humano extremadamente complejo, como ya hemos visto. No es posible entonces atribuirlo a lo meramente subjetivo y caprichoso, o darle un carácter de "absoluto", incondicionado, inmutable y atemporal, y colocarlo en un mundo aparte y hasta por encima del humano. El fenómeno moral tiene una historia una larguísima historia; tanto, que es muy anterior al desarrollo de lo que hoy llamamos ciencia. Así, nuestro presente está en relación con el pasado de la comunidad humana y está en relación con el futuro. Pero todos queremos "saber a qué atenernos", que lo que aprobamos sea verdad "de verdad"; queremos saber cuál es la verdad moral humana. A esta pregunta podemos responder lo siguiente: la verdad moral no puede estar más que en un proceso histórico y correlativo al proceso general del conocimiento.

El conocimiento es acumulativo. Una nueva teoría, por ejemplo, no es siempre la refutación total de la precedente. A veces sucede que es precisamente su desarrollo. Lo "nuevo" no anula siempre lo "viejo", sino que muchas veces lo incluye y lo amplía. Así, aunque el conocimiento general acumulado, alcanza en puntos singulares niveles absolutos ($2 \times 2 = 4$) su naturaleza es de proceso aproximativo de verdades parciales. Lo mismo más o menos sucede con los códigos y acciones morales. Ha sido la acción, el ensayo, el error o el acierto de millares de seres, lo que ha mostrado la verdad o falsedad encerrada en determinadas normas, en determinados fines que el hombre se ha propuesto como ideales morales, la verdad o falsedad encerradas en las acciones que se llevan a cabo para lograr tales ideales. La conservación de la vida, el deseo de lograr condiciones de vida verdaderamente humana para toda la población del planeta son ideales vigentes todavía, que tienen por base la experiencia acumulada. Por ejemplo, la pérdida catastrófica de millones de vidas provocada por la mano misma del hombre no ha quitado actualidad al ideal de conservar la vida en el mundo; por el contrario, lo ha reafirmado y a la vez ha hecho surgir criterios más sólidos para tratar de evitar que se repita en lo futuro.

5. En sentido estricto ninguna persona es amoral ni apolítica.

Hemos dicho que el hombre no puede sobrevivir aislado de sus semejantes, si quiere seguir vivo, así de simple. Por eso necesita regular sus relaciones con los otros; le es preciso saber qué puede hacer y qué no; cuáles son sus responsabilidades; por eso la humanidad ha desarrollado el fenómeno moral. Por tener que vivir con otros,

los humanos han desarrollado diversas formas de gobierno, siempre tratando de velar por el interés de la comunidad de la que de una u otra forma dependen (aunque la definición de quiénes son "comunidad" sea todavía ambigua).

Ahora bien ¿a qué parte de la necesidad de sobrevivir corresponde la ciencia? a la de dominar el entorno. El humano es un animal que se ha visto obligado a transformar el entorno poniéndolo a su servicio. No me cabe la menor duda de que ha habido una gran dosis de curiosidad en el hombre, pero ha habido también y en primer lugar lo apremiante: dominar y transformar lo más pronto posible la naturaleza para no desaparecer.

A lo largo del tiempo estas esferas de acción y de reflexión funcionan simultáneamente, interactuando, alimentándose entre sí, pero no siempre transformándose al mismo tiempo.

Son, todas (incluyendo las que no se han mencionado aquí como por ejemplo la económica, la estética, la legal, la erótica) la trama, la urdimbre en la que se desenvuelve la vida del hombre. Son esferas diferentes pero no son necesariamente independientes entre sí, aunque sus relaciones sean frecuentemente mediatas.

En este tejido no hay persona ², filósofo, científico, obrero, político, cualquiera, que no sea responsable ante la sociedad o un sector de ella. Porque todos viven de acuerdo con algún código moral.

A decir verdad, en sentido estricto ninguna persona es amoral o apolítica.

Lo que sucede es que alguien es calificado como "amoral" (o como "inmoral") cuando no se ajusta al código moral vigente para los que lo juzgan; o alguien se autodenomina "apolítica" porque no se compromete con el régimen actual, no porque no comparta alguna ideología política y algún comportamiento político.

A menudo oímos hablar de oposiciones excluyentes entre lo moral y lo político, entre lo científico y lo político, etc.

Estos son algunos de los grandes estereotipos de nuestro tiempo. Es común oír expresiones como: "se trata de política, no de moral"; ó "se trata de ciencia, no de política o de moral". Estos aspectos de la vida pueden separar, naturalmente, para efectos de estudio pero no para la acción. Estas oposiciones excluyentes podrían ser reales en un mundo no humano, en el que los seres vivieran de forma absolutamente independiente entre sí.

2. Lo que legal y moralmente se denomina persona: con uso de razón, cierto gra-

No hay decisiones políticas o científicas que no sean a la vez morales, ya que tra tan de la administración de los intereses, de la sobrevivencia y de los fines de grandes sectores de la humanidad. Por todo esto no hay decisiones ni acciones políticas o científicas que no impliquen responsabilidades de alguna índole.

6. Ni toda acción es necesariamente transformadora ni toda transformación es necesariamente beneficiosa.

Otro estereotipo al que se acude con frecuencia es el de la oposición excluyente entre la interpretación y la transformación del mundo. Peyorativamente se habla del "interpretador" y con alabanza del "transformador". Según esto habría humanos que se dedicarían a una o a otra cosa. Por ejemplo se supone que el filósofo es el interpretador profesional por excelencia, que el político y el científico son transformadores por excelencia. Pero resulta que no cualquier acción se convierte en una transformación, y aunque así sucediera no necesariamente una transformación es beneficiosa, que es lo que se supone también que todos andan buscando. Es más: así como no es el caso de que cualquier acción lleve a un cambio, tampoco es el caso de que cualquier pensamiento se convierta en una interpretación. Es preciso señalar que también se puede actuar con el fin de conservar las cosas como están. Si lo que se pretende es una acción transformadora beneficiosa, en la práctica ya precedida por una interpretación; y si se desea que hay conservación y aumento del beneficio (comoquiera que este se defina), irá seguida de múltiples reinterpretaciones. Sólo así se reorientan o fijan las acciones sucesivas con miras a un fin (el que sea). Sí, en efecto, de las interpretaciones y transformaciones va a resultar algo "bueno" o no, sólo lo podemos saber a posteriori y a la luz de los fines que se pretenda alcanzar. No se trata entonces de que por ejemplo el científico o el político por ser tales y sin más, sean automáticamente transformadores de la realidad social. También pueden actuar para conservar el estado actual de cosas. O bien, pueden transformarlo pero no necesariamente para algo mejor. Lo que sí podemos tener por seguro es que ninguna acción o interpretación -vayan o no dirigidas a una transformación- es neutra con respecto a la sociedad y a los fines que esta valora.

7. La ciencia plantea la necesidad de nuevas normas, la reorientación de las acciones, o acciones nuevas.

El hombre tiene, sí, una naturaleza que denominamos humana; se caracteriza por la capacidad de raciocinio, la de lenguaje, su inserción en la historia y la facultad de cambio o de conservación. La moral y la política (dos caras de la misma moneda), la filosofía y la ciencia, todas son esferas de pensamiento y de acción de diverso tipo, que responden a distintas facetas de la necesidad de sobrevivir. Hemos tratado ya de mostrar que la primera relación manifiesta entre la moral y la ciencia es que todo científico es, antes que nada, sujeto moral, que se ha nutrido y se nutre de alguno de los códigos de su medio y que no está, por tal motivo, más allá del bien y del mal. Por otra parte el científico, en tanto que miembro de una sociedad, puede ser agente de cambio o de conservación en relación con los códigos y acciones aprobados en su medio. Puede ser agente de transformación beneficiosa o no serlo.

Ahora hablemos de lo que sucede en el camino que va de la ciencia a la moral ³. La ciencia proporciona nuevos conocimientos, que a todos nos enfrentan a situaciones a veces inéditas, nos pone ante nuevos retos. La respuesta a los nuevos retos puede traducirse en una modificación de las normas vigentes, o en la formulación de unas completamente nuevas. Asimismo puede traducirse en nuevas acciones por parte de la sociedad, o de un grupo social.

Por ejemplo para transformar el entorno es preciso explotar los recursos naturales. Hoy sabemos de sobra que estos no son inagotables. Percibimos que muchos sectores, de composición variada, interpretando la crisis actual en relación con la posibilidad de sobrevivencia del hombre; exigen una transformación más racional.

Otro ejemplo para ilustrar una situación inédita: ahora que se conoce bastante sobre los fenómenos que tienen que ver con la herencia, que se puede actuar sobre el material genético, se ha abierto un nuevo campo que requiere tomar decisiones responsables. Pero para tomarles los criterios o normas vigentes pueden ser insuficientes. Se necesita pues una nueva interpretación para una nueva acción.

3 Véase Jean Ladriere. El reto de la racionalidad (Salamanca. Sígueme/Unesco. 1977.) II, 6, sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en el fenómeno moral.

Lo mismo se puede decir con respecto al potencial destructivo de las armas modernas, que representa un peligro de absoluta negación de la supervivencia humana, y con respecto al desequilibrio ecológico en el planeta..

Podemos percibir la relación de la ciencia con la moral. Como los científicos no trabajan aislados del resto de la sociedad, a ellos se les impone una situación moral problemática porque son los que llevan a cabo proyectos que afectan a todos, por ser los primeros en enterarse de los avances y, por lo general, de al menos algunas posibles consecuencias. El quehacer científico tiene obviamente un peso fundamental en la posibilidad de sobrevivencia de los humanos y también en la posibilidad de una vida cualitativa y cuantitativamente mejor, que es a lo que aspiran, en principio, muchos códigos morales vigentes y muchos proyectos políticos. Pero observemos nuevamente que porque la ciencia no trabaja aislada de la sociedad, es que no trabaja independientemente ni de la moral, ni de la política,

Hasta aquí hemos descrito someramente una situación que se da de hecho. O sea nos hemos mantenido en el campo de "lo que es".

8. Los científicos y las transformaciones beneficiosas.

Pasamos ahora al ámbito del "ideal", de lo que todavía no es pero queremos que sea. Al ámbito moral y político de los fines del hombre y de los medios para lograrlo. El fin de la sobrevivencia que persigue en general el humano contemporáneo, y de los medios para lograrlo. Advirtamos, estos medios se basan en el logro de un desarrollo económico, social, cultural y se asientan sobre la ciencia y la tecnología.

Hemos dicho que el peso, el poder de la ciencia en la sociedad es fundamental; pero no es total. Cuando pensamos y con razón, que la ciencia y la tecnología, son, o mejor, pueden ser motor de transformaciones sociales beneficiosas, tengamos en cuenta que sólo podrían serlo dentro de un proyecto político adecuado. Esto es, que contemple las aspiraciones mencionadas en su acción. De lo contrario el resultado de toda actividad seguirá siendo el beneficio y la sobrevivencia de unos pocos, aunque estos se hagan pasar por "comunidad". Tendría que aprovecharse la parte que ya está acumulada en nuestra experiencia histórica moral, política y científica para que la "comunidad" deje de ser un cliché y en la práctica realmente cubra a las mayorías.

El desarrollo mismo de la ciencia y de la tecnología, sin más, no nos garantiza nada, si lo que andamos buscando es ofrecer no solo condiciones mínimas de sobrevivencia sino un desarrollo integral que se pueda llamar humano. No nos garantiza nada porque el quehacer científico, cada científico, puede o no contribuir a la conservación del estado actual de cosas, puede o no ser agente de transformación beneficiosa. De hecho no hay neutralidad posible y por eso están los científicos -estamos todos- frente al reto de interpretar nuestra situación a la luz de los fines morales y políticos y de definir qué tipo de transformación responsable se puede y se debe hacer.

TEMA

LOS ORIGENES DE LA CIENCIA MODERNA

FECHA:
19 de agosto de 1986

EXPOSITOR:
LIC. GUILLERMO CORONADO

LOS ORIGENES DE LA CIENCIA MODERNA

Lic. GUILLERMO CONRADO.

Se me ha pedido, en esta ocasión, que trate el tema de los orígenes de la ciencia moderna. Y como el tema es muy amplio y extremadamente complejo, quisiera poder decir que en los siguientes tres eventos acaecidos hacia la mitad del si glo XVI, están las fuentes básicas o pilares que posibilitan lo que entendemos por ciencia moderna. Estos tres eventos son la aparición de:

- a) DE RECOLUTIONIBUS ORBIUM COESLESTIUM, de Nicolás Copérnico (1473-1543)
- b) DE HUMANI CORPORE FABRICA, de Andreas Vesalio (1514-1564)
- c) La edición de Obras de ARQUIMEDES, por Niccoló Tartaglia (c.1500-1557).

Y quisiera poder decirlo, porque se me facilitaría enormemente la tarea. En efecto, si asumimos que gracias a Copérnico tenemos la hipótesis heliocéntrica y la consecuente movilidad de la Tierra, uno de los rasgos fundamentales de la nueva concepción del universo, tal y como se va conformando en los sistemas de Kepler, Galileo, Descartes y Newton. Si asumimos que Vesalio representa el nuevo sentido de la observación, de la vuelta a los hechos, del abandono del simple y estéril comentario del texto clásico, por ejemplo el de Galeno, que conlleva que el médi-co haga directamente la disección en lugar de dejarlo al ignorante barbero-artesa-no. Y si, finalmente, Tartaglia representa el nuevo método matemático, el método físico-matemático del gran alejandrino, quien intentaba dominar la naturaleza y no simplemente contemplarla platónicamente, y lo que es más interesante, editado por quien fuera ingeniero autodidacta pero que ahora intenta encontrar las fuentes teóricas del procedimiento práctico de su quehacer. Y todo ello, en un mis-mo año, en un año crucial, 1543, pareciera que me permitiría resumir toda la cuestión de los orígenes y expresar que la ciencia moderna emerge del nuevo esquema heliocéntrico, del nuevo énfasis en los hechos, y del nuevo enfoque matemático, aportes ofrecidos por el astrónomo polaco, el médico del gran ambiente paduano, y el ingeniero que buscaba unir la práctica y la teoría.

Y si la cuestión de los orígenes de la ciencia moderna se redujese a estos tres fundamentos, entonces podríamos entender y justificar que Kepler, el gran matemático, astrónomo, físico, no obstante sea extraño, ajeno, muy incómodo, para la mentalidad moderna puesto que sus matemáticas son fundamentalmente las platonizantes de los poliedros, y su vocación la de un apriorista que demuestra matemáti

camente lo que el mismo Dios se vió obligado a crear dada su naturaleza de creador-geómetra. Kepler no respondería a esta prístina conjunción de los tres principios anteriormente establecidos. Y no solamente comprenderíamos la anómala actitud de Kepler, sino que también comprobaríamos la veracidad de la interpretación sustentada en el eje Copérnico-Vesalio-Tartaglia.

Lamentablemente la situación no es tan fácil y el eje o triada no es unívocamente esclarecida de la cuestión de los orígenes de la ciencia moderna. Y no lo es, puesto que Copérnico no buscaba cortar el nexo con la astronomía geocéntrica de los griegos para simplemente establecer el carácter revolucionario del heliocentrismo, sino que por el contrario, quería volver a los orígenes de la misma y más estricta astronomía clásica, aquella de la circularidad y la uniformidad como manifestación de su presupuesto esencial. Pero una tal vuelta requería un precio para evitar las dificultades conceptuales que llevaron a Ptolomeo a separar las explicaciones de la circularidad y la uniformidad en las construcciones matemáticas que servían para salvar las apariencias. Y ese precio fue la eliminación de la posición central y la inmovilidad de la Tierra. En resumen, para Copérnico el heliocentrismo no es más una consecuencia que un elemento primario, como resultado de su conservadurismo teórico y su consecuente defensa de la circularidad y uniformidad. Y la triada explicativa no es todo lo firme que quisiéramos, puesto que en el caso de Vesalio, al distinguir entre el maravilloso y fecundo uso de la lámina científica y las explicaciones o interpretaciones de los hechos registrados por las mismas, se encuentra que el gran médico paduano no es tan apegado a los hechos como él mismo declara programáticamente. Y finalmente, aunque Tartaglia sí representa el nuevo método matemático que busca afinarse en los hechos, resulta que será el "sonámbulo" Kepler, el pitagórico de los aprioris, quien en nombre de los hechos acaba y abandona el presupuesto por excelencia, la circularidad y la uniformidad del movimiento planetario. Es decir, que un astrónomo de matemáticas platonizantes es el científico más fiel a los hechos.

Para profundizar un poco más esta situación difícil de la triada: heliocentrismo, hechos y nuevas matemáticas, estudiemos con mayor detenimiento la revolución astronómica de los siglos XVI y XVII. Su primer estadio está en Copérnico, como ya lo hemos apuntado, pero no con el carácter revolucionario que normalmente se le otorga, sino con aquel de vuelta a los orígenes, de reorganización de los cielos para evitar el empleo del ecuante por parte de los astrónomos de la corriente pto-

lemaica. Copérnico es sumamente claro en su breve bosquejo astronómico que conocemos con el título del COMMENTARIOLUS, cuando presenta la lista de axiomas o supuestos fundamentales, para que la astronomía sea fiel al principio de la circularidad y la uniformidad. Ahora bien, para una mente moderna lo que se espera encontrar en el mismo primero de estos axiomas es la afirmación tajante del heliocentrismo, esto es, la posición central del Sol en el universo. No obstante ese primer axioma simplemente establece que no hay centro único de todos los círculos o esferas celestes, con la intención de rechazar los programas astronómicos tipo eudoxiano y permitir la pluralidad de centros que requerirá la reorganización de los cielos. Pero como lectores modernos, nos queda la esperanza de que el segundo axioma si nos proporcionase ese dato fundamental: el heliocentrismo; pero el segundo axioma establece el rechazo del geocentrismo y la afirmación de que sin embargo la Tierra es centro de la esfera lunar y de la gravitas. Y no es sino en el tercero de los supuestos, en que finalmente se establece el heliocentrismo, posición central del Sol respecto de la esfera límite del universo y punto medio de los círculos o esferas. Si nos permitimos asumir un cierto orden en la importancia de los axiomas enumerados por Copérnico, es realmente sorprendente la posición del heliocentrismo en la tal lista de axiomas, y en consecuencia, de un cierto carácter derivado o secundario. Por tanto, la importancia del heliocentrismo para la solución de nuestra cuestión, los orígenes de la ciencia moderna, queda un poco difusa. Igualmente, es interesante el insistir en que Copérnico tampoco tiene como motivación para formular el heliocentrismo un cierto énfasis en las observaciones; por el contrario, él reconoce que la astronomía ptolemaica concuerda con los hechos y tampoco realiza gran cantidad de observaciones propias. En resumen, Copérnico no es realmente representativo de dos de los vértices de la triada que hemos venido discutiendo.

El factor de la observación exacta, realmente lo encontramos en Tycho Brahe (1546-1601), el gran astrónomo danés. El recopilador del catálogo de estrellas más exacto y riguroso que prácticamente alcanzó el límite de la capacidad sensorial natural, resultado de mejores instrumentos, nuevos métodos y constancia prácticamente diaria: catálogo realizado en el URANIBURGO o Castillo de los Cielos, el primer observatorio astronómico que aún arquitectónicamente está diseñado únicamente para obtener este nuevo nivel en la exactitud observacional; grado de exactitud que convierte en completamente inaceptables los márgenes de error entre predicción

y observación tanto de Copérnico como de Ptolomeo, que son los mismos puesto que uno y otro son deudores en este respecto de los mapas de los cielos de Hiparco (s. II AC). Tycho que gracias a su dedicación a la observación de los cielos establece como hechos más allá de toda duda razonable el carácter celeste de la nueva estrella del año de 1572 y del cometa de 1577; la primera siendo colocada como muy cercana a la esfera de las estrellas fijas o firmamento y el segundo como perteneciente al Sol y moviéndose en la región entre este y Venus. Hechos que sí cuestionan la concepción cosmológica de Aristóteles -quien suponía que ambos fenómenos debían ser de carácter atmosférico, por ser del tipo de fenómenos cambiantes, y totalmente extraños a la región perfecta e inmutable de los cielos. Tycho que también concluye que no puede suponerse la existencia física de las esferas celestes que arrastraban a los planetas, según la interpretación tradicional de la estructura del cosmos, ya que una tal existencia física es incompatible con el carácter celeste de los cometas- quienes las quebrarían al moverse a través de las regiones celestes-, y de hecho observacional -esto es, medido en sus constantes observaciones del movimiento de los planetas, que la trayectoria de Marte y del Sol se entrecruzan. De lo cual, Tycho inaugura el problema totalmente moderno y resuelto finalmente por Newton, de la trayectoria u 'órbita' de un planeta.

Tycho Brahe, quien desde una perspectiva metodológicamente muy moderna, rechaza el sistema copernicano y su afirmación de la movilidad de la Tierra, dado que no ha podido encontrar -después de más de veinte años de buscarlo- el paralaje estelar, esto es, el efecto sensible y medible trigonométricamente del movimiento de traslación de la Tierra alrededor del Sol. Ciertamente que el rechazo Ticoniano de la movilidad terrestre era una conclusión falaz, dado que del hecho de no encontrarse cierto hecho -y mucho menos porque él no lo hizo- no se desprende su no existencia. Sin embargo, y a pesar de esta inferencia falaz, insistimos que su actitud metodológica fue sana, puesto que estuvo inspirada en el rechazo de la actitud arbitraria y totalmente extraña a la ciencia moderna de Copérnico de hacer uso de un 'inobservable' como recurso para la defensa de su sistema heliocéntrico. En efecto, Copérnico eliminaba el problema del paralaje estelar mediante el recurso de postular la total inconmensurabilidad entre el tamaño de la órbita terrestre y la altura -radio- del firmamento; en consecuencia, el paralaje era inalcanzable para cualquier medición y esto servía como escudo protector ante la no presencia de tal paralaje. Pero también la inconmensurabilidad del diámetro de la esfera terrestre y del radio

del firmamento, convertía en un 'misterio', en un 'inobservable' una cierta distancia que existía, dado que él mismo demostró que el universo era esférico, pero que no se podía medir. Este tipo de entidades son metodológicamente inapctables para la ciencia moderna y su optimismo epistemológico que posibilita la expectativa en la cognoscibilidad del mundo que nos rodea.

Cierto es que Copérnico tenía razón y la Tierra se movía alrededor del Sol, tal como quedó demostrado en 1838 al determinarse el paralaje estelar de una estrella por Bessel. Pero este descubrimiento también mostraba la arbitrariedad del axioma cuarto del COMMENTARIOLUS. Y Tycho se equivocó, pero no fue arbitrario.

Galileo Galilei (1564-1642) mediante el empleo del telescopio introduce en el proceso de transformación de la astronomía, no solamente una nueva base empírica, esto es, una serie de nuevos hechos, tales como la irrefutable irregularidad de la superficie lunar, las múltiples estrellas causantes de la luminosidad de la Vía Láctea, los maravillosos cuatro planetas (satélites) de Júpiter, las fases de Venus y las manchas solares, para citar solamente los más significativos, sino que también una nueva dimensión epistemológica. No sólo nuevos hechos sino una nueva manera de conocer. Y por ello, tal vez sea Galileo el punto de arranque y el disparador de la ciencia moderna. Dado que Galileo asume que el sujeto cognoscente tiene la posibilidad -por medio del telescopio o termómetro- y el derecho a potencializar los sentidos dados o bien por la naturaleza o el creador. Y el conocimiento obtenido mediante los sentidos potencializados por tales artefactos contruidos por el hombre, no sólo es verdadero sino que más verdadero que el obtenido por los sentidos naturales. Por ello, las estrellas no vistas por nadie antes, existen y son la causa de la luminosidad llamada Vía Láctea. Y si a la potencialización de los sentidos se une la cuantificación de las observaciones o datos, mediante una matemática no del tipo platónico especulativa sino del tipo arquimedeano (Galileo fue discípulo de uno de los discípulos de Tartaglia, y de sus primeras investigaciones -por ejemplo, la balanza hidrostática y las cuestiones sobre el centro de gravedad- la presencia de la matemática de Arquímedes), Galileo nos aparece como paradigmático del inicio de la ciencia moderna. Puesto que ve las montañas de la Luna pero también las mide. Y como todas estas observaciones, él las emplea para defender el sistema heliocéntrico, podríamos señalar que entre 1610 y 1613 tendríamos ese momento crucial. Pero también Galileo nos defrauda cuando no acepta o emplea las leyes del movimiento planetario obtenidas por Kepler; no aceptación que

lo amarra al apriorismo de la circularidad y uniformidad del movimiento planetario.

Johannes Kepler (1571-1630), como ya hemos apuntado antes, se nos presenta prima facie como muy extraño para la ciencia moderna, en tanto como exponente máximo del apriorismo matemático-cosmológico que en 1596 en su MISTERIO DEL COSMOS, le permite establecer que el número de los planetas es y debe ser seis, pues la actividad creadora del Dios-geómetra tendiente a producir el mejor de los mundos, implica el uso de la esfera en la forma total del cosmos -y por ello su finitud y simbolismo de la Trinidad-, y de los cinco poliedros regulares en la articulación del intervalo entre el límite y el centro, esto es, la región de los planetas. Y en consecuencia, dada la propiedad de los poliedros de inscribir y de ser inscritos en esferas, la estructura matemática del cosmos implica la única posibilidad de seis espacios o intervalos a ser ocupados por las esferas o trayectorias de los planetas. Seis y solamente seis trayectorias supone seis y sólo seis planetas. El sistema copernicano y su reducción del número de los planetas primarios de siete tradicionales a seis que puede provocar escrúpulos, no tiene que tomarse como un obstáculo para su aceptación sino que más bien como un resultado de la misma estructura matemática del universo. Para aquellos que objetan que la Luna como planeta secundario alrededor de la Tierra mientras que esta se mueve alrededor del Sol es un defecto del sistema, Kepler contrapone el carácter apriorístico del número seis como máximo para los planetas primarios. Kepler probaría matemáticamente lo que Copérnico descubrió a posteriori. Y como tal, en terminología de Kuhn, resuelve un simple problema dentro del nuevo paradigma heliocéntrico. Esto es así, dado que Kepler no tiene que sufrir realmente los efectos intelectuales de la conversión al copernicanismo -Tycho y Galileo- ya que su maestro Maestlin lo inicia en la nueva cosmología desde sus tiempos de estudiante.

En resumen, para Kepler en el MISTERIO DEL COSMOS, Dios como geómetra crea un mundo matemáticamente bello, esférico y con seis planetas gracias a los cinco poliedros regulares, es decir, las formas matemáticas rectilíneas perfectas por excelencia: Pitágoras, Platón y cristianismo; todos ellos íntimamente unidos.

El anterior es el Kepler completamente ajenos a las corrientes predominantes en la ciencia moderna. Empero, ese mismo Kepler que nunca abandonará la inspira-

ción heurística de los poliedros regulares, a partir de 1596 comienza a dudar de la real adecuación de sus construcciones teóricas y los hechos. Por lo que cada vez le parece más interesante el conocer el 'tesoro de observaciones' de Tycho. Y cuando a partir de 1600 trabaja con Tycho en el problema de la órbita de Marte, y a partir de 1601 lo sustituye como matemático imperial en la corte de Rodolfo II de Bohemia, termina destruyendo el carácter primario de la circularidad no sólo como instrumentos conceptuales de la astronomía sino también como rasgos de la realidad misma del movimiento planetario. Y lo hace luego de un arduo trabajo de interpretación matemática de los datos maravillosamente exactos de Tycho, en nombre de un error de ocho minutos que resulta inaceptable para él. Por un error de ocho minutos completamente aceptable para los astrónomos clásicos, incluso para Copérnico. Pero Kepler abandona el a priori de la circularidad y la uniformidad; la más grande condición matemática que el creador había empleado en la conformación del mundo. Los hechos y su imperio se imponen sobre el presupuesto por excelencia de la astronomía. Claro está, que Kepler no abandona su vocación por las estructuras matemáticas, pero es capaz de contentarse con elipses y áreas iguales en tiempos iguales. Pero justifica estas nuevas armonías en el universo, no sólo por las ecuaciones matemáticas al estilo nuevo, sino porque se adecúan perfectamente a los datos, a los hechos acumulados por Tycho. Como se señaló al inicio, es Kepler el apriorista, quien en el mejor espíritu de respeto absoluto de los hechos, formula las leyes del movimiento planetario que nos dan la clave a la estructura y funcionamiento del sistema planetario, abriendo de esa forma los senderos por los que transitarán los sistematizadores de la ciencia moderna.

Ahora bien, es ese mismo Kepler que con sus Tres Leyes revoluciona verdaderamente la astronomía, también propone una hipótesis magnético-mecánica para comprender la constancia de las trayectorias u órbitas planetarias: el Sol es un enorme imán que rotando sobre sí mismo con su fuerza mantiene a los planetas en su movimiento. Hipótesis que no sólo muestra la influencia del Gilbert y su magnífico estudio de los imanes de 1600. Hipótesis que resulta falsa pero que, junto a la constante k de la tercera ley del movimiento planetario, permitirá a Newton modificarla sustancialmente pero llegar al principio de la Gravitación Universal.

Y es ese mismo Kepler, quien en su ASTRONOMIA NOVA, de 1609, no solamente comunica las leyes del planeta Marte que destruyen la circularidad y la uniformidad,

presenta un programa de astronomía como una física celeste. Y esta declaración programática va totalmente en contra de la distinción entre lo celeste-planetario y lo físico-terrestre propia de la tradición aristotélica y del mismo Copérnico quien también la presuponía.

Kepler el defensor de la importancia y papel decisivo de los hechos; Kepler el destructor de la circularidad y la uniformidad; Kepler el formulador de las verdaderas leyes del movimiento planetario; Kepler el formulador de la hipótesis magnético-mecánica del movimiento planetario, y como tal inspirador de los programas mecanicistas de la naturaleza; Kepler el proponente de una física de los cielos. Este Kepler sería el pilar fundamental de la ciencia moderna. Pero al igual que Galileo, Kepler también mantiene elementos totalmente conservadores, como aquellos que lo obligan a mantener la esfericidad y finitud del cosmos.

En resumen, si asumimos los tres vértices de la triada para comprender los orígenes de la ciencia moderna, desde la perspectiva de la astronomía, vemos claramente como están presentes los factores del heliocentrismo, la observación estricta y las nuevas matemáticas, pero en ningún caso de forma simple y articulada. Por el contrario, estos factores se entremezclan de maneras realmente alambicadas. Ningún actor principal del proceso de transformación astronómica cumple a cabalidad y constantemente con todos y cada uno de ellos. O bien, como dijo el matemático griego, no hay senderos reales en la formación de la ciencia moderna.

Habría sido fácil y cómodo poder recurrir a los tres eventos de 1543 enumerados al inicio de esta exposición. Pero se ha mostrado que no es simplemente posible; que no se puede reducir el origen a la mera suma de estos eventos y sus implicaciones doctrinales. Si, por otra parte, estudiamos el desarrollo de la astronomía parece que los pilares o fundamentos deben hallarse en Galileo y Kepler. Pero en último análisis, tanto el uno como el otro, se nos presentan como profundamente modernos pero también como enraizados en el pasado. No es posible reducir los orígenes a estos dos grandes astrónomos. De nuevo la complejidad histórica se vuelve en contra nuestra y la solución de la cuestión de los orígenes de la ciencia moderna.

Y no obstante, en el heliocentrismo, en la observación exacta de la realidad, y en la nueva matemática arquimedea están los gérmenes de la ciencia moderna.

T E M A

INTELIGENCIA ARTIFICIAL, CIENCIA Y TECNOLOGIA

FECHA:

26 de agosto de 1986

EXPOSITOR:

DR. CLAUDIO GUTIERREZ

INTELIGENCIA ARTIFICIAL, CIENCIA Y TECNOLOGIA

El surgimiento del tema de la inteligencia artificial como cuestión científica sería, puede fecharse en 1950, justo cuando A. Turing escribe en *Mind* (59) sobre la posibilidad de que las máquinas adquirieran inteligencia. Aparte de rebatir diversos argumentos que se han dado para demostrar la imposibilidad de que las máquinas lleguen a ser inteligentes, ese artículo propone una prueba para decidir si una máquina ya ha alcanzado esa meta. La prueba (desde entonces conocida como "la prueba de Turing") consiste en adaptar un juego de salón a la interacción hombre/máquina: si la persona cree tener como interlocutor (a través de un teletipo) a otra persona, cuando en realidad tiene a una máquina que se comporta como lo haría una persona, entonces podemos decir que la máquina es inteligente. El juego consiste en adivinar el sexo del jugador contrario, invisible y empeñado en engañar a su adversario. Implica no solo la capacidad de entender estereotipos sexuales, sino también la habilidad de manipular los mecanismos de la simulación y el engaño. Es muy revelador que Turing prefiera escoger esta prueba como criterio de inteligencia, en vez de utilizar algún recurso que mida experticia, como habría sido por ejemplo la capacidad de jugar ajedrez. El tiempo le ha dado la razón: en 1986, un programa de los autores C. Ebelino y H. Berliner, juega ajedrez a nivel de "maestro", y está peligrosamente cerca de disputar el campeonato de USA; en cambio, no hay ninguna máquina capaz ni lejanamente de engañar a un ser humano haciéndose pasar por una mujer ...!

A. Newell y H. Simon crean en los años 50s. programas para probar teoremas lógicos. Además, están entre los primeros en desarrollar programas para simular al jugador de ajedrez. Unos años después, ellos mismos producen un programa muy influyente, el Solucionador General de Problemas ("General Problem Solver", mejor conocido como GPS); con él tratan de emular los métodos más generales de la inteligencia humana, lo que comunmente identificamos como sentido común. El GPS tiene tres objetivos: el primero es construir un modelo de la inteligencia humana; es un interés científico, de comprensión del fenómeno; el segundo un interés científico, de comprensión del fenómeno; el segundo es un interés tecnológico: crear herramientas inteligentes, donde lo importante es el provecho que se pueda obtener; el tercero, de fuste más bien filosófico, es descubrir en qué consiste la inteligencia en general, independiente de su incorporación en un ser humano o en cualquier otro organismo o mecanismo.

Refiriéndonos a este último objetivo, cabe decir que los investigadores en IA no

son los primeros en enfocar el problema de la inteligencia con tal grado de generalidad. Los psicólogos conductistas nos ofrecen con anterioridad un paradigma de interpretación del comportamiento en que no se distingue entre sistemas humanos y sistemas animales. El conductismo trata de entender los fenómenos psicológicos humanos partiendo de principios muy generales obtenidos en el estudio de la conducta de los animales, a partir de los experimentos de Pavlov. En esto actúan haciendo aplicación de una famosa máxima de método científico que debemos a Francis Bacon: "Busca percibir en la simplicidad de los fenómenos más sencillos las leyes universales que actúan en los fenómenos más complejos". La misma situación vuelve a ocurrir con los modelos de Newell y Simon, pero en este caso los fenómenos más sencillos se encuentran en el funcionamiento de las máquinas, no en el comportamiento de los animales.

Podemos decir que a esta altura del clima intelectual hay consenso entre los autores en que el paradigma computacional es definitivamente superior al paradigma conductista como marco filosófico para interpretar la conducta humana. ¿Por qué? ¿En qué consiste el contraste entre ambos? El conductismo es un heredero del empirismo inglés de Locke y Hume, pero específicamente se caracteriza por insistir en que la única manera de conocer el comportamiento es por sus manifestaciones externas. La introspección cae en el descrédito; se generaliza la prohibición de hablar de procesos mentales; solo lo externo, lo observable, es materia de estudio científico. En oposición a esto, el paradigma computacional reivindica los procesos internos, puesto que hay un estado interno en la máquina; además hay entradas y salidas que corresponden al estímulo y respuesta del conductismo. Los conductistas son ciegos a la etapa intermedia entre la entrada y la salida porque no tienen ninguna analogía empírica a qué apelar para esa etapa. Los computacionistas sí: tenemos un proceso interno en la máquina, si no directamente observable en el momento de su funcionamiento, empíricamente asegurado por ser resultado del proceso mismo de su construcción.

Dado que aceptamos la existencia de esos estados intermedios entre estímulo y respuesta, entrada ("input") y salida ("output"), ¿cuál sería el criterio para considerar que un sistema tenga estados internos -- que en el caso del ser humano llamaremos estados mentales? Varios candidatos han sido propuestos; serían los siguientes, expresados con modismos progresivamente menos cargados de antropomorfismo:

que tenga conciencia de.....

que tenga conocimiento de

que tenga información sobre.....

que tenga representación de

Todos estos modismos pueden unificarse en su mínimo común denominador, el concepto de representación, implícito en todos los anteriores de la lista. Recientemente, el concepto de representación ha venido a ser reconocido como el elemento fundamental del comportamiento, y constituye el estado intermedio entre el estímulo y la respuesta.

Con la introducción de este concepto la actitud del científico del comportamiento se transforma: reconoce que la base de lo mental y de la inteligencia es la representación, que en todo acto mental está implicado un proceso representativo. Una vez comprendido esto, podemos hablar de inteligencia humana, de inteligencia animal, de inteligencia de máquina, ... de inteligencia extraterrestre, como capacidad de manipular representaciones. Se abre así la posibilidad de elaborar una teoría de la inteligencia en general, independiente de su "encarnación" en humano, animal, máquina o marciano.

Muchos años después de su labor pionera de los años 50s, con ocasión de recibir una distinción cobijada por el nombre de Turing (hermosa coincidencia), Newell (científico de la computación) y Simon (psicólogo, premio Nobel en Economía), proponen la teoría de los sistemas físicos de símbolos como explicación última de la inteligencia. "Símbolos" es otra forma de llamar a las representaciones; "físicos" subraya su carácter material, y por ende su fundamento empírico; "sistema" alude a la inmensa complejidad de los fenómenos involucrados. La teoría de Newell y Simon insiste en que el uso del computador nos ha puesto en contacto, por primera vez, con la naturaleza física de los símbolos. Antes del computador, la idea de símbolo no era ni siquiera inteligible sin una inteligencia que interpretara el símbolo: lo simbólico es simbólico para alguien. Ahora las cosas se invierten: el simbolismo (de naturaleza física) es la base para entender la inteligencia.

Los lenguajes de computación, especialmente los no numéricos (LISP, lenguaje para la manipulación de listas, por ejemplo), están constituidos por dos clases de símbolos: los que representan procesos o acciones, y los que representan valores (otros símbolos). Los símbolos que representan procesos los llamamos funciones y los que representan valores los llamamos variables (las variables en computación son algo distinto que en matemáticas: denotan un lugar de la memoria, y no un elemento que debe ser sustituido de manera uniforme para garantizar congruencia en las ecuaciones; las funciones en computación son procesos, equivalentes a un programa). El

concepto de símbolo adquiere en computación un significado muy concreto: es un puntero, una flecha almacenada en un lugar de la memoria que señala otro lugar de la memoria (donde se encuentra el valor del símbolo, o el proceso con que el símbolo está asociado). La inteligencia consiste en la capacidad de manipular símbolos, es decir, de poder seguir punteros --entes que no nos interesan por lo que son sino por lo que representan. Inteligencia es aptitud para manejar cosas indirectamente, inteligencia es indirección, dirección indirecta-- la indirección propia del simbolismo--; esta indirección es la que constituye la fuerza del pensamiento. Curiosamente, una de las cosas que mejor puede hacer un computador es seguir una dirección indirecta (o una cadena de tales) ...

La diferencia entre dos clases de símbolos, reconocida por el paradigma de los sistemas físicos de símbolos, vierte luz sobre una polémica importante en la filosofía contemporánea, especialmente de la tradición analítica, a saber si existen conceptos primitivos en el lenguaje, para explicar nuestra comprensión de los cuales solo podemos decir: "es parte de nuestra historia natural". Se trata del problema de si la lingüística implica necesariamente constreñimientos no lingüísticos, es decir biológicos, con los que tenemos que contar. El paralelo computacional es clarísimo: hay símbolos, del tipo función, que quedan definidos ya en el nivel de "hardware" --más acá de la programación o "software"--, nivel que corresponden muy directamente a lo que es la biología en el caso del lenguaje humano. Análogamente, podemos postular que parecidos constreñimientos "de arquitectura" ocurren también en el caso humano. Un problema semejante es la famosa cuestión de las "ideas innatas": ¿hay en el entendimiento humano ideas no adquiridas? La respuesta desde el punto de vista computacional parece ser: sí, con tal de que esas ideas sean funciones o procesos, más que valores de variables.

El paradigma computacional se ha mostrado ya fecundo en el apoyo a la imaginación creadora del científico para concebir importantes leyes que rigen la inteligencia. Por ejemplo, los mismos Newll y Simon descubren la ley de proporcionalidad inversa entre potencia y alcance en los métodos del pensamiento. El GPS no es exitoso como instrumento para replicar la capacidad de resolver problemas que asociamos con el sentido común; pero en cambio, resulta sumamente productivo al revelar los constreñimientos necesarios a que está sometido el pensamiento. Veamos.

El GPS funciona a base del llamado análisis de medios y fines. Consiste en es-

pecificar un estado inicial del que se parte y un estado final al que se quiere llegar, en el espacio lógico de los estados posibles en relación con el problema (tales estados deben ser expresables, desde luego, en alguna forma de representación). Una lista de operadores o métodos tiene como objetivo reducir las diferencias entre el estado actual de la evolución del problema y el estado final o estado-meta. Parte esencial de la operación del programa es una tabla de diferencias donde se determina qué métodos sirven para reducir qué diferencias. Cada operador tiene como requisito para su aplicación el que se den ciertas circunstancias en el estado actual. Si tales circunstancias no se dan, el proceso en curso se interrumpe para dar lugar a la aplicación de uno de los recursos más poderosos del arsenal de los sistemas físicos de símbolos, la recursión: el GPS se llama de nuevo, pero ahora para transformar el estado actual en un estado final provisional que sea igual al estado en que alguno de los operadores resulte aplicable, dentro del proceso principal interrumpido.

A primera vista parecería que Newell y Simon hubieran realmente encontrado, en el análisis de fines y medio, la fórmula mágica para la solución de cualquier problema, el verdadero y auténtico solucionador general de problemas, piedra filosofal de la edad electrónica. Pero, lamentablemente, esto es solo apariencia: más bien, su mérito consiste en haber descubierto una ley que dice que no es posible construir un programa que sea capaz de resolver todos los problemas, que sólo se puede construir un programa que resuelva bien un grupo pequeño de problemas (o un programa que resuelva mal un grupo grande de problemas). Esta es la ley de proporcionalidad entre potencia y alcance, sobre la que volveremos en seguida.

En la Edad Media, y mucho después, científicos dedicados y tecnólogos ilusos se afanan en vano para descubrir una máquina de movimiento perpetuo: la historia de las ciencias no les da crédito por sus esfuerzos, pero en cambio consagra como grandes realizadores a quienes en el Siglo XIX descubren las leyes de la termodinámica, que no son otra cosa sino una forma letrada de expresar el enunciado negativo: "no es posible construir una máquina de movimiento perpetuo". El intento de construir un solucionador general de problemas es un fallo parecido, pero sus intérpretes son a la vez capaces de formular la ley negativa correspondiente, que es la famosa ley de proporcionalidad a que nos hemos venido refiriendo. Lo que sucede es lo siguiente: el GPS es capaz, en teoría, de resolver cualquier problema, con tal de que le proveamos de una "tabla de diferencias" adecuada para el dominio de que se trate. Surge aquí una importante distinción conceptual, o más bien la formulación dentro del paradigma

computacional de una distinción reconocida por el sentido común: la distinción entre habilidad general y conocimiento (piénsese en las pruebas de inteligencia que aplicamos en los exámenes de admisión a nuestras universidades, y en la eterna polémica sobre si debemos medir habilidad general o conocimientos particulares por medio de esos instrumentos). La habilidad es el análisis de fines y medios, mientras que los conocimientos son la tabla de diferencias.

Hoy por hoy la situación está así: los métodos del pensamiento son o métodos débiles, pero aplicables a cualquier dominio (por ejemplo el método "genere y pruebe" que consiste en producir candidatos a solución e irles aplicando un criterio de éxito para ver si alguno lo llena), o métodos fuertes, pero aplicables sólo a cierto tipo de problemas. De ahí han surgido dos ramas en la Inteligencia Artificial: la dedicada a simular la experticia de los expertos humanos, a base de acumulación de reglas que representan conocimiento (herederas de las "tablas de diferencias" del GPS), y la dedicada a desentrañar el misterio del sentido común, una habilidad que aparentemente es completamente no especializada. Existe la grave sospecha, que estaría respaldada en la ley de proporcionalidad entre potencia y alcance, de que el sentido común como tal no existe: que lo que así llamamos no es otra cosa que una acumulación, en una memoria sumamente flexible y con poderes de recuperación de información excelentes, de experticias superficiales sobre miles de campos especializados, como relaciones humanas, física ingenua, y otras muchas dimensiones en que se desenvuelve el ser humano desde su infancia. Sabremos si eso es así cuando podamos replicar en un programa suficientemente versátil esa capacidad maravillosa del sentido común que pareciera no habernos costado nada, pero que por supuesto es resultado de una evolución milenaria y del aprendizaje espontáneo de muchos años de observación, ensayo y error, y reflexión por parte de los especímenes jóvenes del género sapiens.

Por el momento, cabe decir que la investigación en Inteligencia Artificial ha comenzado a dar frutos tecnológicos importantes en el otro extremo del espectro de la ley de proporcionalidad. Los sistemas expertos requieren muchos conocimientos sobre un dominio reducido (mínimo alcance), pero con ello obtienen máxima potencia, resultan por lo menos tan efectivos como los expertos humanos correspondientes, a los cuales tratan de imitar y muchas veces superan. Veamos el ejemplo del sistema experto FALCON, desarrollado por mis colegas de la Universidad de Delaware, Chester y Lamb. Tiene por objeto el supervisar el funcionamiento de una planta de productos químicos, velando porque todos los indicadores muestren valores compatibles con la

seguridad de la planta, y dando la alarma, y un diagnóstico del problema, cuando algo empieza a andar mal. Para realizar su función el sistema usa un intérprete, que controla los procesos de observación y deducción, una serie de reglas de inferencia, y una amplia base de conocimientos obtenidos con paciencia de los expertos humanos que han realizado el trabajo de supervisión hasta ahora. Un sistema parecido, pero en un dominio diferente, es MYCIN, desarrollado por científicos de la Universidad de Stanford, el cual realiza diagnóstico médico sobre cierto tipo de enfermedades. Los sistemas difieren básicamente por el tipo de conocimientos que cada uno de los sistemas usa; pero además, la "dirección" de la inferencia es inversa: FALCON infiere "hacia adelante" mientras que MYCIN infiere "hacia atrás". MYCIN se dirige de los efectos (síntomas) a las causas para hacer el diagnóstico médico. En FALCON, la planta produce todos los valores iniciales que se necesitan; basta seguir la pista a la cadena de deducción para llegar a las situaciones que se observan. Pero esa diferencia en la dirección de la inferencia es una diferencia menor, si se compara con la gran coincidencia esencial: ambos son sistemas basados en reglas que representan conocimientos, sistemas que tienen gran potencia en un dominio reducido de experticia.

Los Sistemas Expertos son muy complejos en cuanto al número de reglas que aplican. Son en cambio muy sencillos en la arquitectura de programación. Básicamente todos ellos descansan en alguna forma de "sistema de producción", un método básico que Simon y Newell descubren como operativo en casi todas las actividades intelectuales de los seres humanos. El método tiene un antecedente conceptual en la obra matemática de Post, en la primera parte del siglo. Su versión computacional puede describirse brevemente de la siguiente manera.

Un sistema de producción se compone de tres partes: la memoria de largo plazo, donde se encuentran reglas de condición-acción; la memoria de corto plazo, correspondiente a los datos de los sentidos en el caso humano, un canal muy estrecho por medio del cual se comunican entre sí todas las reglas; y el intérprete, que revisa en cada ciclo todas las reglas para ver si alguna combinación de los datos en la memoria de corto plazo corresponde a la condición para la acción de alguna de las reglas --si corresponde, tal regla quedará entre las reglas seleccionadas de ese ciclo. El intérprete aplica luego ciertos criterios de resolución de conflictos para escoger una sola regla del conjunto de reglas seleccionadas; tal regla será la que en definitiva se ejecute, para realizar la acción definida en la misma regla. Normal

mente la acción de una regla consistirá en alguna transformación de los datos existentes en la memoria de corto plazo, por lo que se dice que esa memoria es el canal de comunicación entre las diversas reglas. Es de notar que en ningún caso una regla puede invocar a otra regla, a la manera en que un programa principal en FORTRAN o PASCAL invoca a una subrutina. En realidad, observar el programa no puede darnos ninguna indicación directa sobre cuál será la que se disparará en el próximo ciclo: todo depende de las circunstancias en que se encuentre la memoria de corto plazo.

Comentando los sistemas de producción, otro de los grandes de la IA, M. Minsky, hace notar que de un computador programado de este modo no es cierto que solo ejecutará lo que se le ha dicho que haga; en realidad, el programador únicamente le da un inventario de métodos que vale la pena intentar, sin ninguna seguridad de que tengan éxito en determinada suerte de circunstancias. Será el sistema mismo el que, llevado por la dinámica de la situación, decida lo que en concreto haya que hacer.

A pesar del éxito de los sistemas expertos, es lo cierto que su rendimiento es todavía demasiado inflexible y compartamentalizado si lo comparamos con sus contrapartes humanas. No obstante, su misma existencia vierte mucha luz sobre los procesos intelectuales del ser humano y sobre la naturaleza de la inteligencia. Por otra parte, representa la primera aplicación de la Inteligencia Artificial, consideradas ciencia pura en sus primeros decenios, al campo tecnológico. Es revelador que en agosto de 1986, la American Association for Artificial Intelligence haya celebrado en Philadelphia, por vez primera en su historia, su conferencia anual dividida en dos partes: una Sección Científica y una Sección Tecnológica. En la primera parte, se discutieron ampliamente, por cierto que con gran nivel intelectual, los temas básicos de la disciplina, como los métodos de búsqueda en los espacios lógicos, o los intrincados problemas de la comprensión del lenguaje natural. En la segunda parte, una nueva clase de tecnólogos, los "ingenieros del conocimiento" discutieron con profundidad los problemas de la aplicación de aquellos conceptos básicos a la construcción de robots inteligentes, de muy distintos estilos y capacidades.

La mera existencia de esta nueva clase de tecnólogos nos debe poner seriamente a pensar que una nueva era en el desarrollo de la ciencia y de la tecnología se ha abierto paso en la sociedad contemporánea. Las implicaciones de este hecho pueden hacerse sentir mucho más allá de los laboratorios o de las fábricas automatizadas de

los Estados Unidos de América o del Japón. En realidad, se puede argumentar que el surgimiento de los robots inteligentes, a diferencia del de las máquinas herramientas reprogramables, tendrá consecuencias sociales de la mayor trascendencia. A este respecto, los autores H.M. y J.A. Ghandchi, de IntelliCorp (California), han argumentado en The AI Magazine del otoño del año pasado, que el advenimiento de herramientas inteligentes hará posible, y en rigor inevitable, el surgimiento de una nueva civilización, en la que la subyugación del hombre por el hombre habrá desaparecido. Veamos por qué.

La fabricación de herramientas es probablemente la más importante diferencia del ser humano con respecto a sus antecesores primates. Las herramientas, en contraste con nuestros miembros, son separadas del cuerpo y pueden desarrollarse con independencia de la vida o muerte de los individuos de la especie. Por otra parte, el lenguaje se desarrolla paralelamente con el uso de las herramientas y hace posible la retención y transmisión del conocimiento, independientemente también de la vida y muerte de los individuos, en especial con la invención del lenguaje escrito. No obstante, hasta el advenimiento de la era electrónica y sus más recientes creaciones, las herramientas y los conocimientos han tenido limitaciones inherentes en su uso productivo, a saber, han debido ser blandidas por un cuerpo humano o interpretados (leídos) por una mente humana. Ni las herramientas ni el conocimiento han podido ejercer su función de manera autónoma ni aplicarse por sí mismas a las situaciones productivas de manera flexible y de conformidad con las circunstancias. Con una sola excepción, a saber, las herramientas inteligentes: los hombres mismos considerados como instrumentos productivos sometidos a otros hombres. La esclavitud primero, y la sujeción salarial después, representan el uso del hombre por el hombre, en su calidad de herramienta-con-conocimiento, capaz de entender instrucciones y de complementar un plan de operación en los casos concretos.

Todo eso es, por supuesto, parte de la Historia de la Civilización: el uso del hombre como herramienta inteligente hace posible que un número relativamente reducido de seres humanos libres se distancien del contacto directo con las herramientas físicas, reduciendo su participación en la producción solamente a las actividades de control y toma de decisiones. La contribución de los autores Ghandchi es llamarnos la atención sobre el hecho de que, si la ausencia de herramientas inteligentes no humanas afectó la igualdad natural entre los hombres, su surgimiento en nuestros días tendrá que producir un cambio liberador en las relaciones sociales, equivalente al

surgimiento de una nueva sociedad, totalmente libre e igualitaria. En otras palabras, la existencia de herramientas inteligentes, muy posiblemente superiores al hombre en tal calidad por muchos motivos (más durables, menos conflictivas, capaz de ser expandidas en sus poderes por medios distintos que la evolución biológica, etc.), remueve la base tecnológica de la esclavitud y otras formas de explotación del hombre por el hombre. Hasta aquí la tesis optimista de Ghandchi y Ghandchi.

¿Qué podemos decir nosotros, hombres del Tercer Mundo, sobre estos acontecimientos y perspectivas? ¿Significará lo mismo la revolución de los computadores y de la inteligencia artificial para nuestras sociedades en desarrollo o para los países preindustriales del Africa que para el Japón o los Estados Unidos? ¿Qué consecuencias podrá tener para grandes masas humanas cuyo único valor económico es su fuerza de trabajo el que aun ese valor les sea quitado por la fatalidad inexorable de la realidad tecnológica? En un régimen de esclavitud, el amo se preocupa por la salud y subsistencia del esclavo, que es un activo de su capital. En una sociedad industrial, el Estado, en nombre de quienes sean sus dueños --muchos o pocos ciudadanos--, ofrece a las masas seguridad social que les garantiza su supervivencia y dignificación como trabajadores. ¿Qué será de las masas en la sociedad postindustrial cuando su valor como medio de producción quede nulificado? El hombre tendrá que valer entonces como centro de creatividad y disfrute, como sujeto de libertad y espontaneidad, ... o no valdrá del todo.

Esa parece ser la alternativa; una encrucijada tajante y dramática, como pocas haya enfrentado nunca la humanidad. ¿Será nuestra especie capaz de resolverla de una manera racional y constructiva, o dejará que fuerzas ciegas y destructivas se hagan cargo, sin su intervención, de restaurar el equilibrio cósmico perturbado por la creación de inteligencia por el hombre?

Esas preguntas estarán probablemente entre las más importantes cuestiones que los seres humanos, y no los robots, con inteligencia natural y no artificial, tendrán que plantearse a fondo en los albores del Siglo XXI.

TEMA

DESARROLLO Y TECNOLOGIA

FECHA:

2 de setiembre de 1986

EXPOSITOR:

DR. LUIS CAMACHO

DESARROLLO Y TECNOLOGIA

1.- "Desarrollo" es una idea típica del siglo XX:

1.1.-En el siglo XIX más bien se hablaba de "progreso"

1.2.-En la década de los 30, varios países (Alemania, la Unión Soviética) llevan a cabo ambiciosos "Planes Nacionales de Desarrollo" y en los EEUU tiene lugar el famoso "Plan de los 100 días" del Presidente F. D. Roosevelt. (1933).

1.3.-Más concretamente, después de la II Guerra Mundial hay que señalar varias etapas:

1.3.1.-:Las Naciones Unidas declaran la década de los 60 la "década del desarrollo" e indican algunos objetivos que deben fijarse los países no desarrollados para salir de su situación.

1.3.2.-: en esa década prevalece una concepción simplista del problema. Véase Scientific American, set. 1963.

1.3.3.-: Al mismo tiempo aparecen trabajos donde por primera vez se comparan economías desarrolladas y subdesarrolladas desde el punto de vista de entradas ("input") y salidas ("output") y se establece la conexión entre desarrollo y tecnología. En particular: artículo de Wassily y Leontieff en ese mismo número de Scientific American.

1.3.4.-: incluso la Iglesia Católica empieza a hablar del desarrollo. Pablo VI: "el nuevo nombre de la justicia es el desarrollo".

1.3.5.-: dificultades económicas en los países industrializados por lo menos en dos ocasiones durante la década de los 70 y en el período 80-83 van acompañados por una modificación de la concepción optimista anterior (los países que deseen desarrollarse pueden hacerlo; el desarrollo es el resultado último de un proceso por el que pasan todos los países en situaciones normales). La relación parece ahora compleja: desarrollo y subdesarrollo no son dos etapas de un proceso lineal, sino dos aspectos de una realidad complicada.

1.3.6.-: También se ha mostrado el fracaso de la concepción lineal según la cual el desarrollo no es más que el resultado de la aplicación de la tecnología, y ésta no es otra cosa más que la aplicación de la ciencia.

2.- En todo caso: tenemos claro lo que quiere decir "¿desarrollo?". De ninguna manera. Veamos algunos hechos obvios:

2.1.-: para los economistas, la diferencia entre países desarrollados y subdesarrollados se refleja ante todo en una diferencia en el PNB per cápita

(\$11.060 por año en países industrializados en 1983; "1.020 en Costa Rica en ese mismo año). Un incremento cuantitativo en la totalidad de bienes y servicios puede conseguirse sin que mejore la calidad de la vida. Muchas actividades que aparecen reflejadas en el PNB de países industrializados no son necesarios en países no industrializados, y actividades que tienen lugar en estos no necesariamente acaban reflejadas en ese indicador. Puede darse un consumo muy intenso sin que se satisfagan las necesidades básicas; los consumidores pueden querer lo que no necesitan, y seguir necesitando muchas cosas aunque no las quieran.

2.2.-: de ahí la importancia de utilizar otros índices, como por ejemplo los que reflejan aspectos cualitativos desde el punto de vista de una concepción más global del ser humano (salud, alimentación, educación, servicios públicos, etc.). Aún así, quedan sin aparecer en los indicadores aspectos tan importantes como la participación política, el grado de satisfacción individual en la realización de proyectos vitales, la solidaridad social, la identificación con una cultura que proporcione seguridad (arraigo) a la persona, y individuos dentro de un régimen determinado.

2.3.-: para aclarar la noción de desarrollo, analicemos la analogía con los seres vivos:

2.3.1.-: sólo de los seres vivos se dice que se desarrollan; no se dice de los minerales ni de cosas terminadas.

2.3.2.-: desarrollo no es lo mismo que crecimiento, pues el crecimiento sin límites ni control más bien lleva a la destrucción del servicio (el crecimiento descontrolado de un tejido es un crecimiento canceroso, no un fenómeno de desarrollo).

2.3.3.-: en la noción de desarrollo está implícita la idea de una finalidad, tanto en el sentido de meta a alcanzar como de propósito consciente que guía el proceso. Una economía que crece sin más objetivo que el crecimiento mismo en términos puramente cuantitativos es en último término auto-destructiva.

2.3.4.-: si entendemos como "desarrollado" aquel país o sociedad en la que sus ciudadanos han conseguido la actualización de sus potencialidades típicamente humanas (satisfacción de necesidades básicas, educación, ciencia, arte, vida armoniosa con la naturaleza, plena participación en toma de decisiones, etc.) la conclusión que se saca enseguida es bien clara: NO EXISTE (AUN) NINGUN PAIS DESARROLLADO.

2.3.5.-: por el contrario, a veces parece que los habitantes de países indus-

trializados (así llamados "desarrollados") son menos felices que los habitantes de algunos países no desarrollados, o que los habitantes del mismo país en situaciones históricas anteriores y diferentes.

3. Cuatro enfoques de la tecnología:

Ingenieril, sociológico, antropológico y epistemológico (según el énfasis sea en los productos, la organización social, la cultura o el conocimiento).

3.1.-: Enfoque ingenieril: la máquina es la encarnación más visible de la tecnología; distintos tipos de máquina configuran diferentes épocas tecnológicas. Máquinas más potentes y eficientes sustituyen a las anteriores en un proceso cuyas leyes empiezan a descubrirse y que tiene ciertas analogías remotas con la evolución orgánica; todo el tiempo, sin embargo, quedan vestigios de otras épocas tecnológicas y pretecnológicas. La mayoría de los seres humanos viven aún dentro de estructuras que podrían describirse de la siguiente manera: profundamente influenciadas por el carácter tecnológico del modo de producción vigente, pero con aspectos esenciales que son pre-tecnológicos y pre-científicos.

3.2.-: Enfoque sociológico: la máquina solo puede comprender en su relación con el sistema de producción predominante, pero hay aspectos muy importantes en el uso (o desuso) de las mismas que escapan a consideraciones estrictamente economicistas. Nuevas tecnologías dan lugar a nuevas organizaciones sociales; en este proceso viejos conflictos a veces desaparecen y a veces se agudizan, mientras nuevos conflictos (incluso impredecibles) con frecuencia aparecen. La situación tecnológica determinada de un grupo social concreto en un momento determinado refleja las escogencias, prioridades, contradicciones, conflictos y problemas de ese grupo.

3.2.1.-: La forma social histórica de la tecnología mejor conocida hasta ahora es la industrialización, cuya esencia parece ser la producción en masa mediante la aplicación de máquinas y con el propósito de aumentar la tasa de ganancia. La expansión de la industria ha sido uno de los motivos para el establecimiento de relaciones neo-coloniales entre unos países y otros. A su vez, los países sub-desarrollados buscan superar sus graves problemas de alimentación, vestido, vivienda, etc. mediante una industrialización acelerada que choca con el sistema internacional de patentes, franquicias, cuotas, etc.

3.2.2.-: La industrialización ha significado también una forma de alienación nueva: la del obrero que queda subordinado a la máquina en una inversión de valores que refleja la inhumanidad a que puede llegar el sistema.

3.2.3.-: A lo cual se añade otra alienación (cuyas primeras manifestaciones las tenemos en nuestro país): la de la sociedad tecnologizada de consumo indiscriminado y masivo, altamente destructiva del ambiente, vinculada a ciudades superpobladas donde se hacina la población por el hecho de que las fuentes de trabajo están allí.

3.2.4.-: Otra consecuencia: los derechos individuales se convierten en derechos de la persona tecnológicamente organizada y se olvidan, por conveniencia económica, dos áreas de derechos sumamente importantes: los de los individuos no organizados tecnológicamente, y las necesidades básicas individuales que constituyen derechos fundamentales pero que no encuentran la correspondiente organización legal que los garantice.

3.3.: Enfoque antropológico: cultura y tecnología se mueven en direcciones opuestas: la primera tiende a la diferenciación, individuación, auto-estima e identidad personal; la segunda busca la homogenización, generalización, estimación de objetos y pérdida de la identidad personal.

3.3.1.: Esto no quiere decir, sin embargo, que todo conflicto deba resolverse en favor de la cultura, pues ésta no garantiza por si misma la satisfacción de las necesidades básicas. Si bien la posesión de una cultura es condición necesaria para evitar algunas formas de alienación, en modo alguno es condición suficiente.

3.3.2.: El uso de productos tecnológicos por los individuos debería ayudar a entrar en un contacto más satisfactorio con la naturaleza (sin destruirla) y con los otros seres humanos, dando lugar a una realización personal más intensa y profunda. Mientras esto no se logre, no podemos hablar de auténtico desarrollo.

3.3.3.: De ahí la necesidad de afrontar personalmente la tecnología; de asumir una actitud crítica que elimine tecnologías destructivas de la persona y

y de la naturaleza. Hay dos alienaciones muy típicas y frecuentes: (a) La del individuo contemporáneo que no puede vivir con la tecnología pero tampoco puede vivir sin ella, y (b) la del que vive de acuerdo con los valores negativos de una sociedad tecnologizada (exaltación del objeto, valoración máxima del cambio por el cambio, etc.).

4. El aspecto más importante es el epistemológico, pero es el menos desarrollado.

4.1.: Debe verse entonces la tecnología como un sistema complejo que consta de ciencia aplicada, teorías tecnológicas, modelos tecnológicos, acciones tecnológicas, objetos o productos tecnológicos y satisfacción de las funciones deseadas; este sistema tiene dos entradas: la ciencia pura y la tecnología blanda, esta última paralela a los objetos tecnológicos.

4.2.: Una consideración central en este aspecto: las condiciones tradicionales para explicar el conocimiento (que sea verdadero, que tengamos una creencia fundamentada al respecto, que podamos controlar los hechos) que dan en forma máxima en el uso de objetos tecnológicos producidos por el ser humano. Una vez producido un aparato, se sabe cómo funciona (cuando funciona) porque no funciona (cuando falla) y no se admite excusa al respecto.

5. Una aplicación consciente de la tecnología puede ayudarnos a conseguir el desarrollo, entendido en sentido estricto. La aplicación de la tecnología tal como ocurre en nuestros días, en cambio, está plagada de problemas: es altamente destructiva del medio, conduce a la desaparición de las culturas y, sobre todo, ha traído consigo una máxima dependencia (no solo económica, sino también política) respecto de los países centrales.

Segunda Parte

DESARROLLO TECNOLÓGICO

TEMA

SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE

LA EDUCACION SUPERIOR ESTATAL

FECHA:

9 de septiembre de 1986

EXPOSITOR:

DR. JOSE A. MASIS

SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA
EDUCACION SUPERIOR ESTATAL

La educación universitaria costarricense, entendida a partir de la creación de la Universidad de Costa Rica en 1940, ha tenido un desarrollo notable hasta el momento actual.

Antes de tratar de precisar cuáles serían los lineamientos que orientarán el desarrollo futuro de nuestras universidades estatales, conviene indagar, dentro de la brevedad permitida por la dimensión de este trabajo, cuáles han sido algunos de los rasgos fundamentales que han caracterizado a la educación superior costarricense.

En primer término, se destaca el carácter de autonomía que se les ha conferido a las instituciones universitarias estatales. Esta autonomía, primordialmente entendida como salvaguarda de un desarrollo académico independiente, se manifiesta en el quehacer organizativo y administrativo de las universidades y en el postulado fundamental de la libertad de cátedra.

La creación de nuevas instituciones universitarias en los años setenta no varió esta concepción fundamental de autonomía, sino que la multiplicó por tantas instituciones como fueron creadas.

Otra característica sobresaliente a que deseo hacer referencia es a la del llamado proceso de democratización que ha alentado el crecimiento y expansión del sistema universitario estatal.

Motivado por el éxito evidente de la Universidad de Costa Rica como fuente primordial de movilidad social en el país, la presión por ensanchar el acceso al nivel superior de la educación en los años sesentas y setentas dio como resultado la creación de nuevas instituciones y la elevación vertiginosa de la población universitaria de la nación. Esta expansión,

conviene recordarlo en estos tiempos, se dio sobre la base de lograr una efectiva democratización del acceso a la educación superior a los crecientes números de graduados de la educación secundaria. El compromiso que pareció así adquirir el estado costarricense con estas nuevas generaciones se vio fortalecido en el papel cada vez más explícito que el estado adoptó en el financiamiento de la educación superior, tal y como se puede ver en las reformas constitucionales que han desembocado en la actual redacción del artículo 85 de la Constitución Política.

La misión del estado costarricense con respecto a la educación superior puede verse a lo largo de este proceso de unas pocas décadas como la de proveer un servicio indispensable para el desarrollo económico y la armonía social del país dentro de un marco del mayor respeto y libertad de acción para que el quehacer académico siguiese su propio curso.

Cabe agregar, porque es un tema de interés fundamental en el presente cada vez que se discute la educación superior estatal, que no aparece como una característica fundamental a la hora de plasmar en realidad la creación de nuevas instituciones en los años setenta, el que dichas instituciones conformaran un todo armónico, con la debida integración suplementaria en él de los entes universitarios que se iban creando.

La idea de dotar al conjunto de instituciones de un medio para coordinarse entre sí -que cristaliza con la creación en 1974 del Consejo Nacional de Rectores y la Oficina de Planificación de la Educación Superior- parte de las propias autoridades académicas superiores, al notar éstas y el propio gobierno de entonces, como el divorcio o ignorancia mutua que se dio entre las instituciones que se creaban y las que ya existían conducía a una lucha insostenible por los recursos económicos y humanos, que quizás apenas alcanzaban -esto lo agrego yo- para conformar una sola institución de buen nivel dentro del contexto latinoamericano.

El creciente papel que ha adquirido esta coordinación interuniversitaria, a la cual las instituciones involucradas han trasladado voluntariamente algunas de sus atribuciones de autonomía garantizados por la propia

Constitución Política, ha permitido que se eviten a tiempo situaciones que hubiesen sido de enorme perjuicio para las universidades estatales sobre todo con ocasión de la crisis económica que se manifiesta a partir de 1980.

Esta voluntad de trabajo coordinado permite hoy en día vislumbrar en un futuro no lejano la realidad de un verdadero sistema universitario estatal en Costa Rica que venga a fortalecer los logros que provendrían de un quehacer académico estrictamente individual de nuestras universidades.

Situación actual. El problema de los números

El proceso de apertura a la demanda social por educación superior, a que he hecho alusión en las consideraciones anteriores, se puede confrontar con los datos estadísticos de algunos de los principales indicadores como lo son la matrícula, el número de graduados, y la relación entre graduados de secundaria y los cupos de admitidos al primer año universitario.

La matrícula total en la educación superior estatal se ha estabilizado durante el último quinquenio alrededor de los cincuenta mil alumnos, o sea, un poco más del 2% de la población del país se encuentra cursando estudios en el "sistema" estatal. Este porcentaje es unas 10 veces mayor del que se tenía a principios de los años sesentas y muestra claramente el resultado numérico del proceso de expansión. (Véase cuadro N° 1).

Por otra parte, y aunque no todos los egresados de secundaria (del Ciclo Diversificado) ingresan de inmediato a la universidad, se ha venido dando una equivalencia entre el número total de cupos de admisión y el número de graduados aludido. Dentro de este cupo de admisión se incluye a la Universidad Autónoma de Centro América (UACA), quien con sus cerca de nueve mil estudiantes se ha constituido en un factor importante en la configuración de la atención de la demanda total de educación superior.

El crecimiento que ha experimentado la Universidad Estatal a Distancia (aproximadamente diez mil alumnos de matrícula total en 1986) muestra cómo

las vías de acceso se han extendido eficazmente a través del territorio nacional para incluir a estudiantes que por razones de índole muy variada no podrían haber aspirado a cursar estudios superiores hasta hace unos años.

Si pasamos del acceso propiamente y nos fijamos en el egreso por graduación, el panorama varía considerablemente. En efecto (cuadro N°2) el número de graduados por año es de alrededor de cuatro mil. Este ocho por ciento pareciera indicar un proceso relativamente ineficiente tomando en cuenta que la duración en ciclos de nuestras carreras no va más allá en general de los cinco años para la licenciatura y cuatro para el bachillerato.

Si agregamos a esto que los índices de deserción -definidos de diferente manera en cada institución- en general apuntan a niveles de gran atrición en los primeros años, sobretodo, podemos darnos cuenta que, más allá del acceso, el proceso de apertura deja aún muchas razones para considerarse incompleto y pudiera haberse convertido en un motivo de no bien fundada satisfacción.

En cuanto al financiamiento de la educación superior se podría decir que, pese al esfuerzo que han realizado los distintos gobiernos en la década de los setentas y en la actual, los recursos con que han contado las instituciones universitarias han andado a la zaga de las necesidades que el crecimiento programático y administrativo de aquéllas ha requerido. Pese a las previsiones que fueron incluidas en la redacción del artículo 85 de la Constitución Política no se han podido lograr que los efectos de la crisis económica que arrastramos se hayan podido superar, en especial en lo que tiene que ver con la reposición de equipos, mantenimiento preventivo, atención de programas de bienestar estudiantil y expansión de programas académicos a los centros regionales.

El problema de la calidad

Si quisiéramos evaluar con propiedad los logros efectivos de la política de incrementos numéricos en la población estudiantil universitaria

tendríamos que reflexionar con todo detenimiento en lo que podríamos llamar la calidad del proceso. Ni el tiempo ni el espacio de esta conferencia nos permitirían efectuar la reflexión apropiada sobre lo que, por otra parte, es un tema intrínsecamente controversial.

Sin embargo, consideraría incompletas estas consideraciones si no incluyera por lo menos mi impresión general sobre este tema, en torno al cual, por lo demás, giran la mayoría de las opiniones que sobre el futuro de la educación superior se emiten actualmente.

Considero que el proceso de expansión llevado a cabo en la década pasada sacrificó en forma desmedida la atención a la calidad -pensada al menos como consenso u opinión mayoritaria de satisfacción o insatisfacción- del quehacer académico subyacente. Este debilitamiento -que no ignora grandes logros obtenidos en programas particulares- no ha escapado a la percepción de lo que podríamos llamar opinión pública, que incluye a la de las propias comunidades universitarias, y se constituye, a mi juicio, en un factor adverso cuya efectiva superación es un reto mayor que la propia crisis presupuestaria.

Qué papel debe jugar la educación superior estatal en los próximos años?

En un estudio reciente que realizara la Oficina de Planificación de la Educación Superior ("Resultados de la Primera Ronda de la Aplicación de la Técnica Delfos sobre la Educación Superior-Informe Preliminar") se reseñan las opiniones de un distinguido grupo de intelectuales, políticos, y empresarios sobre el papel que ha desempeñado la educación superior y las perspectivas y áreas prioritarias que se deberían atender en los próximos quince años.

Las conclusiones iniciales convergen sobre opiniones similares a las que he expresado en relación con el papel de la educación superior y sus principales retos en la actualidad.

Es importante destacar una especie de ambivalencia que se desprende de la percepción general de estas calificadas opiniones. Por un lado se concuerda en el valor e importancia del papel que como un todo ha jugado y debe seguir jugando la educación superior estatal. Por otro lado, se nota una relativa insatisfacción con respecto a las partes que componen ese todo: el carácter, nivel y pertinencia de las carreras; y el desarrollo y orientación de la investigación, fundamentalmente.

En cuanto a las áreas prioritarias que se deben atender se muestra una clara preferencia por la de ciencia y tecnología. (Véase cuadro N°3).

Por otra parte, de los trabajos de diagnóstico y perspectivas realizados como parte del Plan Nacional de Educación Superior 1986-1990, y de los propios planes institucionales realizados por las universidades, se desprende la necesidad de concentrar los esfuerzos no tanto en la creación de nuevas carreras como, más bien, en la revisión y reorientación de las existentes.

La revisión curricular cobra la mayor parte de la atención de estos esfuerzos, en especial en lo que toca a la mayor racionalidad y pertinencia de los programas y carreras profesionales. En primer término se busca que los programas presenten una menor especialización en los primeros años y se llegue a contar con niveles introductorios o ciclos básicos amplios que conduzcan a etapas de diferenciación por carreras preferentemente a partir del tercer año universitario. El objetivo de formar un profesional con una base más general busca no sólo economías a mediano plazo al disminuirse la variedad de cursos de una misma especie que se imparten, sino que, y lo más importante, le prestaría al graduado una mayor flexibilidad para ubicarse en el ejercicio profesional dentro de un panorama actual de oportunidades disminuidas ante el congelamiento del crecimiento del sector público y la debilidad relativa, que aún existe, de oportunidades en el sector privado.

Las instituciones universitarias están conscientes de que deberán hacer esfuerzos especiales para dotar a los programas que ofrecen de la debida

vigencia, en un mundo de rápidos cambios tecnológicos y ante el reto que se le presenta a Costa Rica de desarrollar una economía diversificada y que pueda competir con éxito por mercados internacionales de exportación.

Para ello, más allá de la reformulación curricular que apunta en buena dirección, será necesario un mayor grado de contacto de la universidad con su mundo externo; entre las carreras que se ofrecen y quienes ejercen en las diferentes profesiones y disciplinas.

El impulso vigoroso a la investigación y a los mecanismos apropiados de extensión debería constituirse en el esfuerzo universitario más dramático de los próximos años.

Aunque la actividad de investigación ha crecido en forma notable en los últimos años, esta próxima década debería mostrar una prioridad especial de las universidades por mejorar la participación relativa de este quehacer dentro del accionar total de la educación superior. Si se toma en cuenta que el 80 o más por ciento de la investigación que se hace en el país se desarrolla en las universidades estatales, se comprendería que la dependencia de Costa Rica en sus universidades estatales para todos aquellos resultados que dependan de su acción en el campo investigativo es casi total.

Por esta razón se deberá procurar un esfuerzo especial de apoyo y comprensión a la investigación en las universidades, y éstas deberán promover y fortalecer su vinculación con los sectores y entes nacionales responsables de la formulación de políticas a largo plazo y de traducir en resultados significativos para el bienestar nacional muchos de los aportes que se deriven de dicho quehacer académico.

La mayor vinculación y coordinación deberá empezar con las propias universidades. Pareciera del todo deseable que el esquema actual de coordinación evolucione al de un sistema que, sin restarle la necesaria individualidad a cada una de las instituciones, garantice una mayor fluidez en

la adopción de medidas y acciones comunes imprescindibles para enfrentar los escollos presentes y los que se pueden preveer en el futuro cercano.

Dadas las características de la crisis financiera del país y sus repercusiones para todas las actividades del sector público, se torna imposible creer que las instituciones universitarias estatales podrán sostener un ritmo de crecimiento como el que se ha experimentado en la década pasada. El poder aspirar a metas de mayor nivel cualitativo requerirá que las universidades estatales lleven a cabo los cambios internos necesarios oportunamente y de que se utilicen en conjunto los valiosos recursos y experiencia que en tan pocos años han podido acumular.

CUADRO No. 1

MATRÍCULA Y ADMISIÓN A LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR
UNIVERSITARIA, POR INSTITUCIÓN, SEGUN AÑO. 1980-1983

INSTITUCION	MATRÍCULA Y ADMISIÓN, SEGUN AÑO				
	1981	1982	1983	1984	1985
Matrícula total	53.915	54.334	54.388	54.456	58.393
Universidad de Costa Rica	28.873	28.784	28.603	28.027	29.726
Instituto Tecnológico de Costa Rica	2.229	2.245	2.544	2.514	2.709
Universidad Nacional	11.563	10.642	10.360	9.931	9.252
Universidad Estatal a Distancia	7.191	7.897	7.154	7.151	8.346
Universidad Autónoma de Centro América	4.059	4.766	5.727	6.833	8.360
Admisión total	14.665	13.024	13.501	13.512	14.223
Universidad de Costa Rica	5.263	4.770	5.183	5.202	5.314
Instituto Tecnológico de Costa Rica	670	524	976	729	775
Universidad Nacional	2.643	1.848	2.376	2.385	2.089
Universidad Estatal a Distancia	4.670	4.605	3.472	3.408	3.863
Universidad Autónoma de Centro América	1.419	1.277	1.494	1.788	2.182
Relación entre admisión y matrícula	27,2	24,0	24,8	24,8	24,4
Universidad de Costa Rica	18,2	16,6	18,1	18,6	17,9
Instituto Tecnológico de Costa Rica	30,1	23,3	38,4	29,0	28,6
Universidad Nacional	22,9	17,4	22,9	24,0	22,6
Universidad Estatal a Distancia	64,9	58,3	48,5	47,7	46,3
Universidad Autónoma de Centro América	35,0	26,8	26,1	26,2	26,1

FUENTE: Universidad de Costa Rica, Oficina de Planificación Universitaria y Oficina de Registro.
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Oficina de Planificación Institucional.
Universidad Nacional, Oficina de Programación.
Universidad Estatal a Distancia, Centro de Investigación Estadística.
Universidad Autónoma de Centro América, Rectoría.

CUADRO No.2

DIPLOMAS OTORGADOS POR LAS INSTITUCIONES DE EDUCACION SUPERIOR
UNIVERSITARIA ESTATAL, POR INSTITUCION Y AREA DE ESTUDIO,
SEGUN AÑO. 1981-1985

INSTITUCION Y AREA DE ESTUDIO	DIPLOMAS OTORGADOS, SEGUN AÑO				
	1981	1982	1983	1984	1985
TOTAL	4.226	4.195	4.085	3.985	...
Artes y Letras	237	170	174	241	...
Ciencias Básicas	184	231	201	218	...
Ciencias Sociales	971	1.078	1.161	1.198	...
Educación	1.543	1.486	1.482	1.179	...
Ciencias Agropecuarias	282	363	292	310	...
Ingeniería	437	319	394	318	...
Ciencias de la Salud	572	548	380	517	...
Otras !/	-	-	1	4	...
Universidad de Costa Rica	2.485	2.492	2.338	2.484	2.688
Artes y Letras	171	110	120	140	111
Ciencias Básicas	150	204	177	190	147
Ciencias Sociales	723	717	822	886	962
Educación	422	413	374	307	388
Ciencias Agropecuarias	210	298	205	251	234
Ingeniería	242	224	264	201	326
Ciencias de la Salud	559	526	376	509	520
Instituto Tecnológico de Costa Rica	226	140	205	162	185
Ciencias Sociales	36	24	44	54	39
Ciencias Agropecuarias	44	44	61	18	13
Ingeniería	146	72	100	90	133
Universidad Nacional	1.271	1.404	1.343	1.133	...
Artes y Letras	66	60	54	101	...
Ciencias Básicas	26	27	24	28	...
Ciencias Sociales	152	291	255	200	...
Educación	937	960	950	728	...
Ciencias Agropecuarias	28	21	26	41	...
Ingeniería	49	23	30	27	...
Ciencias de la Salud	13	22	4	8	...

Continuación Cuadro No.2

INSTITUCION Y AREA DE ESTUDIO	DIPLOMAS OTORGADOS, SEGUN AÑO				
	1981	1982	1983	1984	1985
Universidad Estatal a Distancia	244	159	199	206	161
Ciencias Sociales	60	46	40	58	58
Educación	184	113	158	144	100
Otras 1/	-	-	1	4	3

1/ Corresponde al diploma en Estudios Universitarios otorgado por la Universidad Estatal a Distancia.

FUENTE: Universidad de Costa Rica, Oficina de Planificación Universitaria y Oficina de Registro.
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Oficina de Planificación Institucional.
Universidad Nacional, Oficina de Programación.
Universidad Estatal a Distancia, Centro de Investigación Estadística.

CUADRO Nº3

AREAS O CARRERAS PRIORITARIAS HACIA EL AÑO 2000,

SEGUN FRECUENCIA DE EXPERTOS (80)

-Versión preliminar, depurada-

AREA O CARRERA	FRECUENCIA
Ciencia y tecnología	45
Agropecuaria	41
Planificación de recursos humanos	35
Agroindustria	32
Salud e higiene pública	30
Producción, mercadeo y exportación	29
Planificación y coordinación universitaria	29
Energía	28
Conservación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables	27
Información y computación	25
Educación continua	24
Industria	24
Industria alimenticia	22
Telecomunicaciones (comunicaciones)	19
Saneamiento y conservación ambiental	16
Educación	15
Administración	14
Recursos del mar	13
Electrónica	13
Estudios y administración del desarrollo	12
Vivienda y urbanismo	12
Minería	11
Control de calidad	11
Cooperativismo, empresas familiares y de autogestión, etc.	11
Turismo y recreación	9
Economía	9
Ciencias Sociales	9
Biotecnología	8
Química e Ingeniería Química	7
Veterinaria	6
Psicología	6
Banca y Finanzas	5
Administración empresas agrícolas	5
Riego y Drenaje	4
Relaciones Internacionales	4

Continuación Cuadro N°3

AREA O CARRERA	FRECUENCIA
Acuacultura	3
Educación Cívica	3
Lingüística	3
Biología	3
Ingeniería Mecánica	3
Antropología	3
Edición y espectáculos relacionados con la literatura	2
Historia	2
Ciencias Políticas	2
Alfabetización	1
Física	1
Ingeniería Industrial	1
Derecho Público	1
Trabajo Social (organización para la producción)	1
Farmacia	1
Especialidades de la sociología	1

1/ Se consigna en este cuadro las opiniones expresadas libremente por los expertos en su respuesta al cuestionario. Luego se agruparon por coincidencia entre éstos por áreas o carreras, con este fin se tomó el rubro más representativo y se le adicionaron aquellos votos de las otras áreas o carreras afines a los ya contenidos en éste.

FUENTE: CONARE-OPES. Comisión de Recursos Humanos de Nivel Superior. Matrices N°1, N°2 y N°3.

TEMA

TECNOLOGIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

FECHA:

23 de setiembre de 1986

EXPOSITOR:

ING. JUAN CARLOS ULATE

TECNOLOGIA Y DESARROLLO INDUSTRIAL

Buenas tardes.

Me han solicitado que de una charla sobre tecnología y desarrollo industrial. No creo que sea por mis escasos dotes de orador, sino tal vez, porque hace tiempo vengo hablando sobre este tema y muchos amigos creen conmigo que la tesis que hoy explico, representa una solución al problema del desarrollo industrial, con una base tecnológica que le permita competir en el mercado mundial.

Hagamos historia.

Veamos los hechos que todos ustedes conocen.

El desarrollo industrial en Costa Rica, al igual que en otros países en vías de desarrollo, se ha basado en un modelo de sustitución de importaciones, con un mercado base protegido.

Ver diagrama explicativo.

Este modelo, aunque no lo critico porque permitió la instalación de un parque industrial en Costa Rica, llegó hace sus años a su máximo nivel, y hoy día ante la problemática de la balanza de pagos está obsoleto.

Veamos el porqué en el siguiente diagrama. Los hechos son pues que A) tenemos un aparato productivo dedicado al mercado local.

B) En general, no se producen productos comerciables internacionalmente.

C) Dependencia tecnológica de las empresas.

D) Problemas crecientes en la balanza de pagos.

E) Presiones externas e internas para un cambio estructural y pasar de un país importador a un país exportador.

Veamos lo que el desarrollo tecnológico puede hacer y como se debe hacer.

Si quiero antes aclarar que el siguiente, es un punto de vista muy personal, de empresario e ingeniero.

De antemano acepto que la presente tesis difícilmente se podría aplicar a la agroindustria y a la química.

Talvez hay sectores que ya han empezado este proceso de transformación, entre ellos el sector del calzado.

Debo aclarar también que este proceso se aplica fácilmente al producto manufacturado.

Entremos en el tema.

Veamos un sector que tenga una fuerte base tecnológica nacional.

Como ejemplo quiero tomar la industria de la construcción. Si alguno de ustedes quiere construir hoy en día un edificio, primero contrata una firma de ingenieros y arquitectos que le desarrollen su idea. Con los planos listos y suponiendo que cuenta con la financiación, se presenta ante la compañía constructora que cotice el precio más conveniente.

El constructor ejecuta, subcontrata convenientemente las diferentes partes, vigila la obra en conjunto con los diseñadores, contrata y subcontrata materiales de acuerdo a especificaciones establecidas.

Al final, lo importante es que el cliente cuenta con su edificio, posiblemente después de haber sufrido los inconvenientes que un proyecto de esta índole genera.

Veamos como se aplica esto al sector industrial.

El siguiente diagrama aplica la misma solución.

Entendamos que lo que se ofrece es entonces no un producto, sino un servicio, una capacidad.

El establecimiento de oficina de ingeniería y bolsas de subcontratación tiene su base histórica en las naciones industrializadas.

Vale recordar y estudiar este fenómeno o proceso.

Vale la pena hacerlo porque esta fue la forma en que lo lograron hacer y así también lo hicieron experimentos como el de Taiwan, Corea, etc.

En un principio habrá que financiarlas.

El siguiente diagrama explica la formación de las empresas líderes.

La formación de estos líderes es prácticamente inmediata y necesaria. Permite la consolidación del sistema.

Veamos en el siguiente diagrama lo que pasa con el tiempo.

Se desarrolla pues la capacidad de mercadeo, y por lo tanto ya no ofrece un servicio sino un producto que pueda competir. En esta etapa se encuentran países como Taiwan y Corea, por eso este momento representa una gran oportunidad para nuestros países, porque se está produciendo un vacío, un hueco, un nicho que Costa Rica debe aprovechar.

Veamos condiciones adicionales necesarias.

El siguiente diagrama las explica.

Es importante entender que el cambio de mentalidad es necesaria, dejar de pensar en términos mediocres, o el más o menos y buscar la excelencia, el reto, la oportunidad. Y para que esto suceda debe haber condiciones que permitan la formación de empresas basado en esta búsqueda.

El establecimiento de reglas justas y lógicas fiscales permitiría el establecimiento

del mercado de capitales.

El mercado de capitales permitiría a las empresas que se hacen "públicas", crecer oportuna y sanamente.

El "venture capital" ayudaría al que tiene buenas ideas o proyectos a llevarlos a cabo.

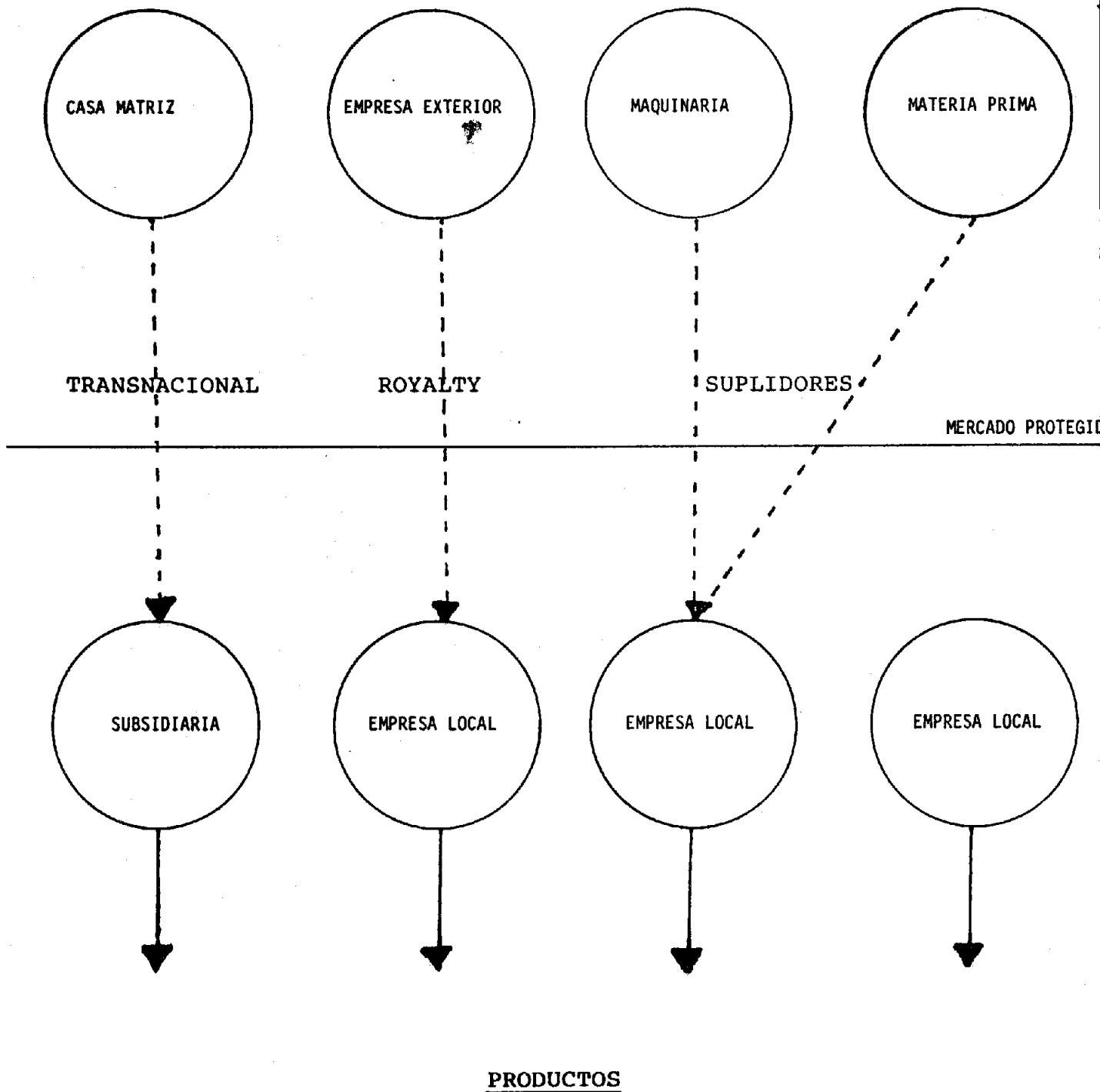
La gestión de calidad haría que el nivel de calidad suba poco a poco, para que llegado un momento los estándares alcanzados por la industria tengan un nivel adecuado y se puedan normalizar y controlar con las ventajas que ello implica.

Muchísimas gracias y cualquier pregunta o comentario estoy a sus órdenes.

FORMACION DEL APARATO PRODUCTIVO

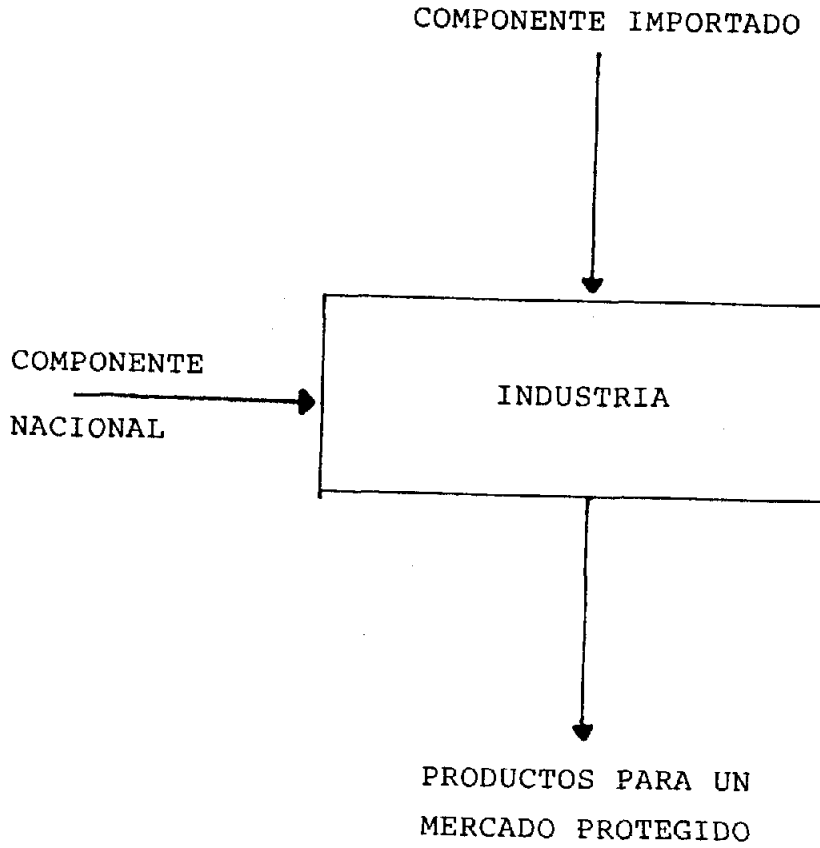
INDUSTRIAL

META: SUSTITUCION DE IMPORTACIONES

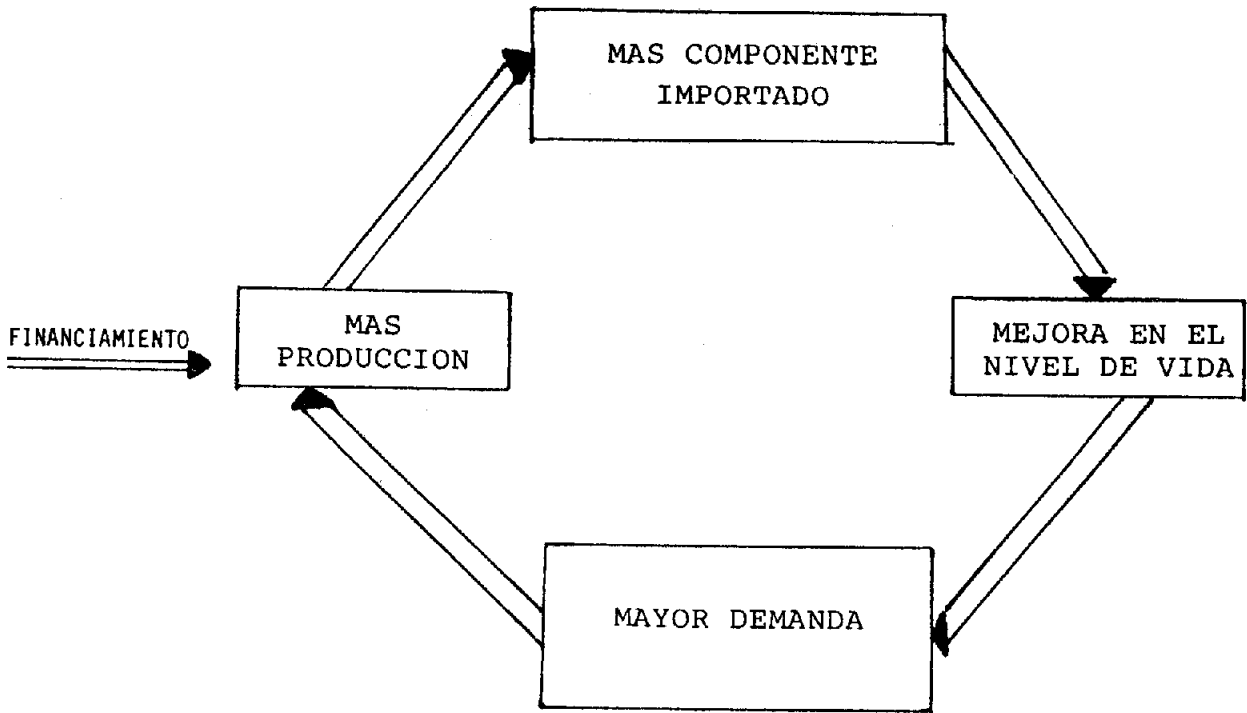


APARATO PRODUCTIVO ACTUAL

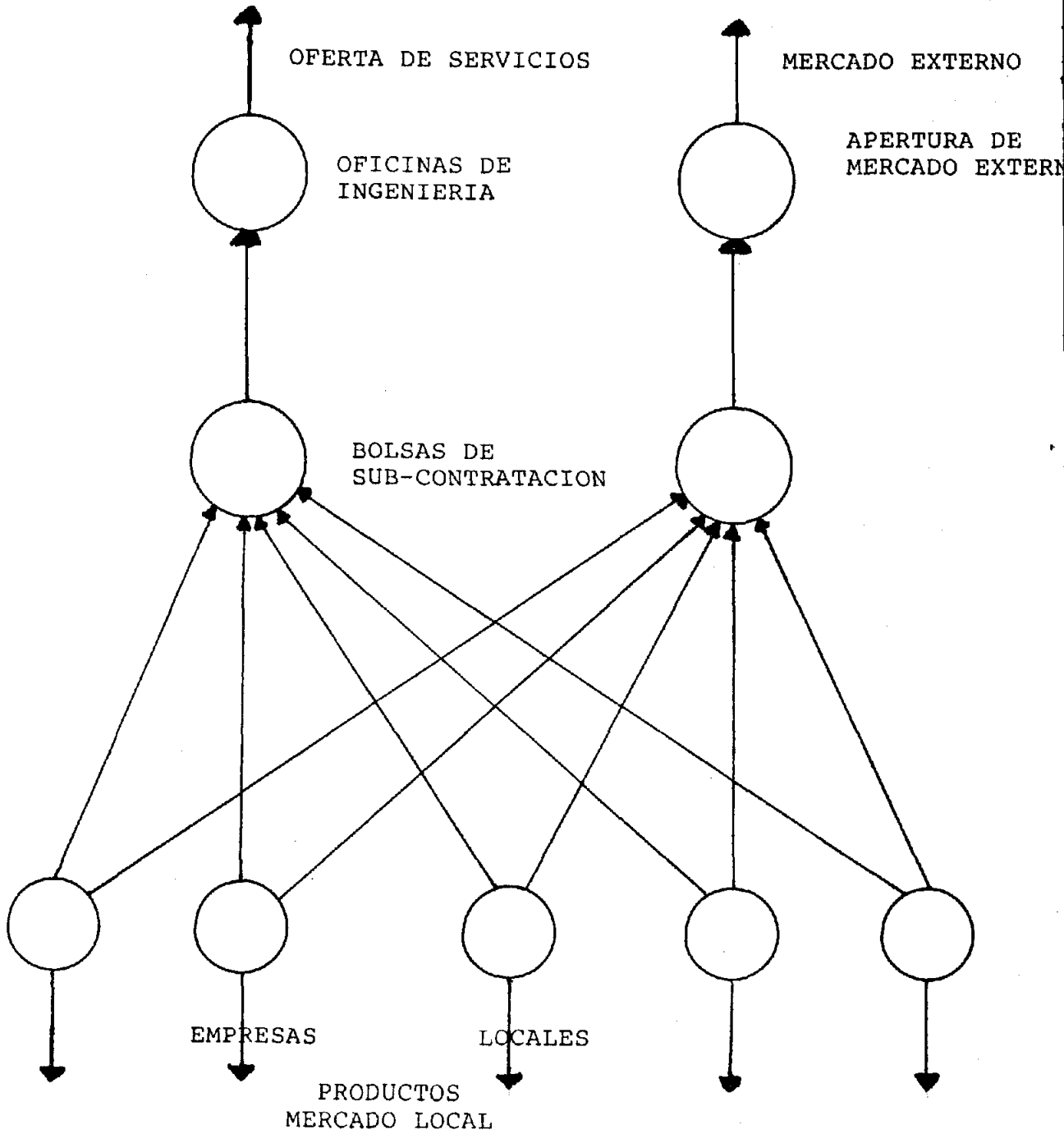
AREA INDUSTRIAL



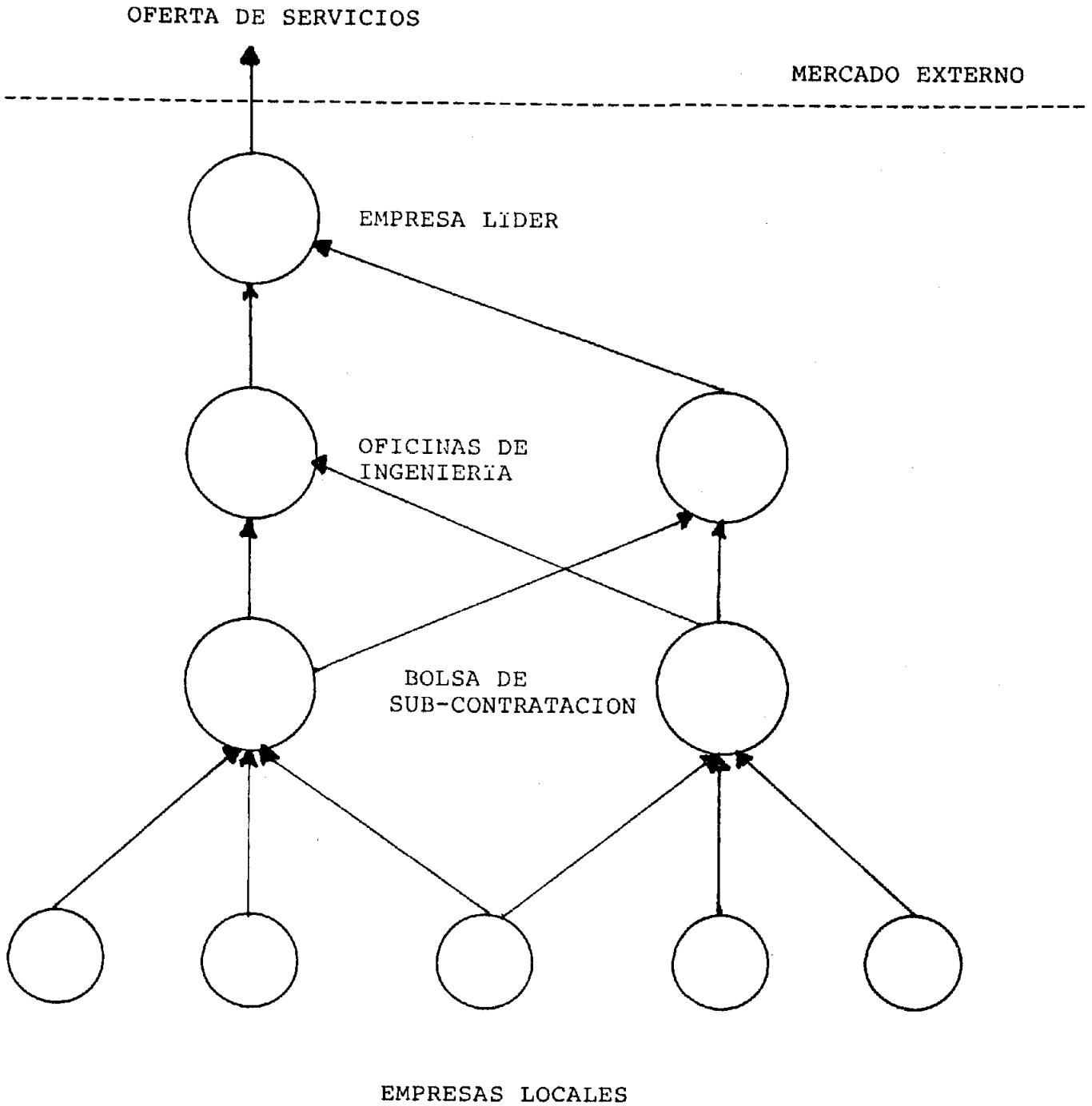
MERCADO INTERNO



PRIMER PASO EN EL DESARROLLO DE LAS
EXPORTACIONES CON DESARROLLO TECNOLOGICO

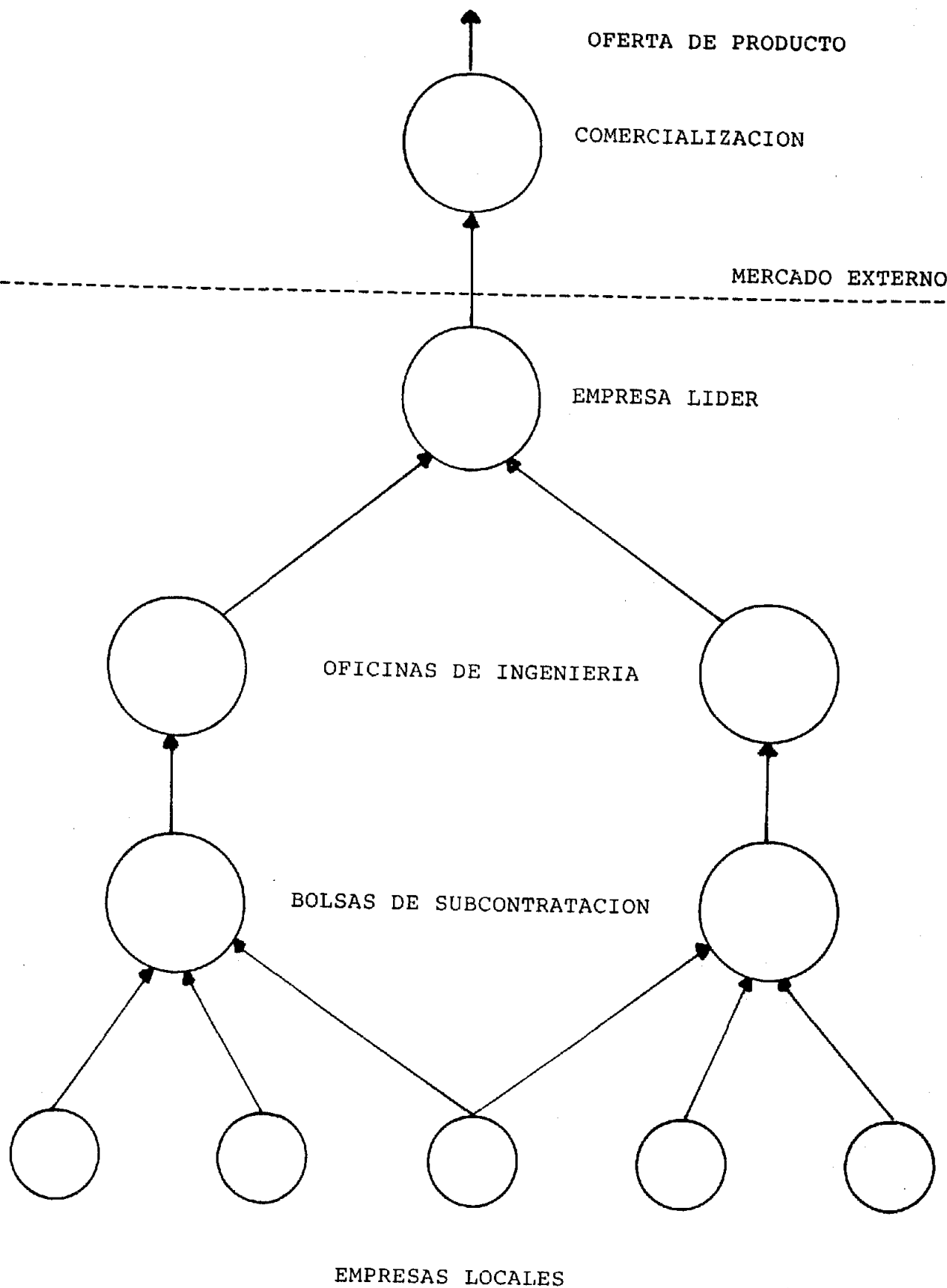


SEGUNDA ETAPA DEL
DESARROLLO



TERCERA ETAPA DEL

DESARROLLO



BUSQUEDA DE LA
EXCELENCIA

• EDUCATIVA

• CULTURAL

GESTION DE LA
CALIDAD

MERCADO DE
CAPITALES

▶ APARATO FISCAL

▶ VENTURE CAPITAL

TEMA

PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO DE LA
INVESTIGACION EN COSTA RICA

FECHA:

16 de septiembre 1986

EXPOSITOR:

DR. GABRIEL MACAYA T.

PERSPECTIVAS DEL DESARROLLO
DE LA INVESTIGACION EN COSTA RICA

Se pretende analizar en esta charla cuál ha sido el desarrollo de la investigación en Costa Rica y, en función de una visión retrospectiva, - qué desarrollos podríamos esperar de ella en el futuro.

1.-Antecedentes históricos.

Hablar hacia atrás del desarrollo de la investigación en Costa Rica resulta un poco difícil puesto que no hay una historia escrita, sino una serie de datos aislados, los cuales resultan, a veces y desde muchos puntos de vista, difíciles de sistematizar.

Debemos partir de la creación de la Universidad de Santo Tomás en - 1843, como un primer impulso que da el país para lograr su desarrollo académico. Hay, sin embargo, evidencias no sistematizadas de la visión que tuvieron los gobernantes de entonces en cuanto a la investigación y la - ciencia como un factor importante para el desarrollo. Todos hemos leído la frase del Doctor Castro Madríz, que recientemente ha divulgado el CONI - CIT: "Triste el país que no tome a las ciencias por guía en sus empresas y trabajos. Se quedará postergado, vendrá a ser tributario de los demás y su ruina será infalible, porque en la situación actual de las sociedades modernas, la que emplea más sagacidad y saber, debe obtener ventajas seguras sobre las otras". (1844).

Al cierre de la Universidad de Santo Tomás en 1888, la tradición académica desarrollada en ella es mantenida por una serie de estructuras ligadas a los colegios profesionales. El cierre de la Universidad de Santo Tomás fue algo más que el cierre de una institución de educación superior calificada en esa época de obsoleta. Las luchas políticas ligadas a ese cierre buscaban la desaparición de la Universidad y de lo que su espíritu debía ser. Resulta paradójico que los liberales, luchando contra la influencia del clero, busquen la desaparición de la inteligencia. Un hecho muy claro nos demuestra hasta dónde iban las intenciones de Don Mauro Fernández, quien ordena a la fuerza pública la destrucción del gabinete de -

química "...presenció la muerte de la universidad de Santo Tomás herida - por la espalda de un golpe salido del ministerio de Instrucción, recogió el último suspiro de esa entidad que guardaba en sus anales la historia - de la cultura nacional, y contempló su cadáver no envuelto en flores sino en los fragmentos de su célebre gabinete de química, forzado, atropellado y destruído por la fuerza pública." (Hernán G. Peralta: Don Rafael Yglesias, apuntes para su biografía. Biblioteca Patria, Tomo I. Imprenta y - Librería Trejos Hermanos, 1928, p. 166.).

Resulta un poco contradictoria la figura de don Mauro, gestor de la gran reforma de su Ley General de Educación por una parte, y responsable del cierre y desaparición, pretendida al menos, de la Universidad de Santo Tomás y su tradición académica.

A pesar del cierre de la Universidad, se mantiene abierta la Escuela de Derecho, por las presiones del influyente gremio, lo que garantiza la continuidad de la tradición humanística hasta la reapertura de la Universidad de Costa Rica en 1940. Hay otras cuatro instituciones importantes que garantizan la transferencia y la continuidad del espíritu académico y de investigación en Costa Rica iniciado por la Universidad de Santo Tomás: el Colegio de Farmacéuticos, fundado en 1902, que se convierte en el continuador de la tradición de las ciencias naturales y experimentales; la Escuela Nacional de Agricultura, fundada en 1926 luego de un largo proceso iniciado en 1890 con la reacción y cierre, el mismo año de la primera - Escuela Nacional de Agricultura, seguido, a principios del siglo, de múltiples intentos oficiales y privados para desarrollar la educación agrícola, Escuela que se convierte en la continuadora de la tradición de la tecnología y de la investigación tecnológica; el Laboratorio del Hospital - San Juan de Dios, con la figura central del Doctor Clodomiro Picado y el laboratorio de la Fábrica Nacional de Licores, contemporáneo de la Escuela Nacional de Agricultura.

Todas estas instituciones, algunas habré omitido por desconocimiento, garantizan una gran continuidad del espíritu académico y de investigación en diversos campos desde las leyes y las humanidades, hasta la tecnología pasando por las ciencias naturales, tradición que se mantiene, como es de

esperarse en un medio pequeño como el nuestro, ligada a ciertos académicos e investigadores que crean escuela. De modo tal que, al reabrirse la Universidad de Costa Rica en 1940, hay un sustento académico y recursos humanos costarricenses, para garantizar el inicio de actividades de la nueva institución. Esta Universidad, que nace como una institución de formación y vocación profesionalizante, a partir del Primer Congreso Universitario de 1946 comienza a reorientar sus actividades y a señalar la importancia de crear conocimiento, de ir más allá de la transmisión del conocimiento ajeno, y de la formación de profesionales. Este proceso de reorganización de la Universidad tiene dos aspectos, la Reforma Universitaria de 1957, con la creación de la Facultad Central de Ciencias y Letras por una parte, y paralelamente y en algunos aspectos precediendo la Reforma, la departamentalización y los cursos comunes de ciencias básicas.

Como ustedes lo habrán notado, hasta este momento, el inicio de la segunda mitad del Siglo XX, este desarrollo académico está evidentemente ligado a la Universidad de Costa Rica y a la Escuela Nacional de Agricultura, incorporada a la UCR en 1941, y se mantendrá, hasta el presente, ligado al desarrollo de la Educación Superior Estatal y al Ministerio de Agricultura, el que logra importantes avances tecnológicos en la década de los cincuentas, mediante el establecimiento de un sistema único, y hasta ahora no repetido, de creación y transferencia de conocimiento con el Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola (STICA).

A finales de la década de los cincuentas, Costa Rica entra en un proceso de desarrollo en el que algunos entes descentralizados del Gobierno comienzan a adquirir masa crítica técnica, con personal capacitado generalmente en el extranjero, y a crear capacidad de ingeniería. Son básicos en este proceso el Instituto Costarricense de Electricidad y posteriormente RECOPE y FERTICA los que, junto con las Universidades, participarán en el desarrollo de tecnología y hasta cierto punto en la investigación. El tímido proceso de industrialización que también se inicia en esta época no lleva al desarrollo de capacidad de investigación en el sector privado costarricense.

Central en esta serie de procesos que llevan al desarrollo de una importante capacidad de investigación, es el ambicioso y extenso programa de la Universidad de Costa Rica, iniciado en la década de los 60, de becas

para la realización de estudios de posgrado en el extranjero, como mecanismo central del proceso de mejoramiento académico de la institución. El regreso de estos becarios, con experiencia de investigación en importantes centros académicos, provoca una demanda fuerte sobre la institución para crear las condiciones y otorgar los medios para desarrollar actividades de investigación.

2.-Estado actual de la investigación.

¿En dónde se hace la investigación en Costa Rica? ¿Quién la hace y cómo se hace? La respuesta a estas preguntas es fácil aunque los datos cuantitativos que la apoyan puedan ser discutibles. La investigación en Costa Rica se hace, primero, en la universidades estatales, muy por debajo se hace un poco en el gobierno, particularmente en el Ministerio de Agricultura y Ganadería y en el INCIENSA, del Ministerio de Salud. No podemos decir que haya investigación ejecutada por el sector privado.

Resulta un poco difícil usar estadísticas, sobre todo en un país en donde no existe, hasta el momento, una sistematización adecuada de la información sobre la inversión en actividades de investigación y desarrollo. Sin embargo algunos datos pueden servirnos.

El Cuadro 1 muestra datos sobre la inversión que se hace en la investigación en Costa Rica, repartidos en tres sectores institucionales, Universitario, Gobierno y Privado y considerando el origen de los fondos, externos y nacionales y en estos últimos presentando una subdivisión en recursos provenientes de los presupuestos ordinarios, de fondos centralizados de Gobierno, como por ejemplo el CONICIT y fondos provenientes del Sector Privado.

De las cifras presentadas en este Cuadro 1 vemos que más de tres cuartos (76,2%) de la inversión en investigación se aplica al sector universitario, y más de la mitad (58,9%) de esta inversión proviene de recursos ordinarios de las Instituciones de Educación Superior. Es muy difícil calcular cuánto dedica el sector privado a la investigación con fondos propios locales. La cifra de 10,8 millones presentada en el Cuadro 1, muestra

los fondos que se ha podido detectar que el sector privado ha captado directamente para el desarrollo de investigación. Son fundamentalmente fondos provenientes del CONICIT y de instituciones financieras extranjeras, y su monto (1,9%) no es significativo en el panorama global.

CUADRO 1
DISTRIBUCION DE LA INVERSION EN INVESTIGACION
POR SECTOR INSTITUCIONAL Y ORIGEN DE LOS FONDOS
(1984, en millones de colones)

FUENTE DE FONDOS SECTOR INSTITUCIONAL	NACIONALES			Total	EXTERNOS Total	TOTAL	
	Recursos propios	Gobierno	Sector privado			Absoluto	Rel.
Universitario	322,9	56,2	8,9	387,9	42,5	430,5	76,2
Gobierno	14,0	59,2	0	73,2	50,5	123,7	21,9
Privado			n.d. (1)	n.d.	10,8	10,8	1,9
TOTAL	336,8	115,4	8,9	461,1	103,8	564,9	100,00

Notas: (1) n.d. significa que los datos no están disponibles.

FUENTE: Ramírez, M., 1986. Recursos humanos para la investigación. El caso de Costa Rica.

Si aún consideráramos estas cifras como muy mal estimadas, o tuviéramos confianza únicamente en las cifras relativas al sector universitario, donde tradicionalmente se llevan estadísticas confiables sobre el gasto en investigación, y admitiéramos una subestimación de un 50% en los otros dos sectores estudiados, aún así el sector universitario sería responsable de dos tercios de la inversión en investigación.

¿Qué se investiga en Costa Rica? Aquí de nuevo las estadísticas son difíciles de utilizar e interpretar. Proponemos usar como índice de lo

que se investiga el número de proyectos en desarrollo. La limitación principal de este índice es la variabilidad de la definición de lo que es un proyecto de investigación en las diferentes áreas institucionales consideradas. Alguna institución consideraría un ensayo de campo como un proyecto de investigación, otras por el contrario son más estrictas, y consideran necesaria una cierta concentración de esfuerzos y recursos, financieros, humanos y de infraestructura, para poder conformar un proyecto y calificado como tal. A pesar de estas limitaciones, el número de proyectos en desarrollo puede darnos una buena idea de lo que se está investigando en Costa Rica, sobre todo si circunscribimos el análisis a las instituciones de educación superior, donde la definición de proyecto de investigación presenta la mayor congruencia.

El Cuadro 2 presenta los proyectos desarrollados por tres instituciones de educación superior, la UCR, la UNA y el ITCR, en el período de 1980 a 1984, clasificados en 7 áreas del saber arbitrarias, siguiendo la convención de nomenclatura propuesta por la UNESCO. Hay en este cuadro algunos aspectos importantes que resaltar no sólo por los datos mismos presentados y su distribución, sino también en función de lo señalado en la conferencia dada en este mismo ciclo por el señor José Andrés Masís sobre las Perspectivas de la Educación Superior en Costa Rica.

CUADRO 2
 PROYECTOS DE INVESTIGACION, POR AREAS
 DE LA UCR, UNA e ITCR, 1980-1984

AREA	1980		1981		1982		1983		1984	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Ciencias Básicas	133	26,6	157	29,7	147	35,4	150	35,0	136	33,4
Ciencias Agrícolas	80	16,0	85	16,1	36	8,7	34	7,9	29	7,1
Ciencias de la Salud	75	15,0	79	15,0	67	16,1	68	15,9	70	17,2
Ingeniería y Arquí.	79	15,8	67	12,7	39	9,4	40	9,5	18	4,4
- Sub Total	367	73,5	388	73,5	289	69,6	292	68,2	253	62,2
Ciencias Sociales	71	14,2	90	17,0	74	17,8	81	18,9	99	14,3
Human. y Derecho	30	6,0	24	4,5	34	8,2	36	8,4	27	6,6
Otros	31	6,2	26	4,9	18	4,3	19	4,4	28	6,9
- Sub Total	132	26,5	140	26,5	126	30,4	136	31,8	154	37,8
TOTAL	499	100,0	528	100,0	415	100,0	428	100,0	407	100,0

FUENTE: Reelaborado de: OPES, Estadísticas Superior, 1984.

Creo que lo más significativo en este cuadro es, de una parte, el aumento del porcentaje de proyectos que se ejecutan en las ciencias básicas, que pasan de 26,6% a 34%, un 28% de aumento, en el período estudiado, y por otra, el descenso del porcentaje de proyectos ejecutados en ciencias agrícolas. Esta última disminución puede deberse a problemas de clasificación de los proyectos, ya que muchos de los proyectos del área agrícola pueden ser considerados como proyectos de ciencias básica. Además, al menos en la UCR, se han reconceptualizado los proyectos en el área agrícola, que pasan de ser una suma de proyectos y ensayos pequeños a convertirse en proyectos grandes,

agregados en cuanto a sus actividades. Esta segunda interpretación será sustentada por los datos que presentaremos en el Cuadro 4 en cuanto al costo promedio de los proyectos. Aumento similar al de ciencias básicas experimentan los proyectos de ciencias sociales.

Sin embargo, el rasgo más notable del Cuadro 2 lo presentan los dos subtotales, donde se han agrupado por una parte las llamadas "ciencias duras": básicas, agrícolas, salud e ingenierías y por otra las "ciencias suaves": sociales, derecho y humanidades. Hay una clara asimetría en las tendencias, con una clara disminución de las primeras y un aumento de las segundas.

Estas tendencias que hemos apuntado para el número de proyectos, como índice de la importancia relativa de las diferentes áreas de actividad de investigación en Costa Rica, deben contrastarse con las tendencias de la matrícula en nuestras instituciones de educación superior, lo que se muestra en el Cuadro 3. La repartición de la matrícula entre las "ciencias duras" y las "ciencias suaves" es justamente la opuesta a la observada para los proyectos de investigación. Esto significa que el esfuerzo de investigación no es congruente con el esfuerzo de formación de recursos humanos. Si analizamos las áreas específicas, la situación es un poco más compleja. En ciencias básicas, en donde hay un claro aumento del esfuerzo de investigación en el período estudiado, hay un drástico descenso de matrícula. En las ciencias sociales si se encuentran tendencias parciales entre el número de proyectos y la matrícula, aunque la matrícula crece más (82,5%) que el número de proyectos (33,1%).

Desde el punto de vista del desarrollo global de la investigación es lógico que sea en las ciencias básicas donde se de la mayor concentración de actividades. En una primera aproximación, el mismo carácter básico de estas ciencias, como necesidad y alimentación para todo el sistema, justifican su importancia. Lo que quisiera destacar es la asimetría existente entre su crecimiento en cuanto a actividad de investigación y su contracción en cuanto a matrícula.

CUADRO 3
MATRICULA UNIVERSITARIA POR
AREAS DE ESTUDIO, 1970-1984

AREA DE ESTUDIOS	1970		1975		1980		1984	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Ciencias Básicas	696	10,0	1350	5,3	1828	4,8	1697	4,0
Ciencias Agrícolas	434	6,3	1511	5,9	2723	7,1	1783	4,2
Ciencias de la Salud	612	8,8	3356	13,1	2510	6,6	3046	7,2
Ingenierías y Arquitectura	827	11,9	2746	10,8	6746	17,6	7415	17,5
Sub Total	2569	37,0	8963	35,1	13807	36,1	13941	32,9
Ciencias Sociales	1396	20,0	7401	29,0	12214	31,9	15435	36,5
Humanidades y Derecho	2571	37,0	8147	31,9	11269	29,5	11714	27,7
Otros	414	6,0	1031	4,0	941	2,5	1239	2,9
Sub Total	4381	63,0	16579	64,9	24424	63,9	28388	67,1
TOTAL	6950		25542		38231		42329	

FUENTE: Reelaborado de: OPES, Estadísticas de la Educación Superior, 1984.

En el Cuadro 1 se mostraron datos globales, por fuente y por sector - institucional, de la inversión en investigación. En el Cuadro 4 se muestra ahora la repartición de la inversión de la Universidad de Costa Rica en las diferentes áreas de la investigación que hemos venido considerando. Primero quisiera señalar que de acuerdo a estos valores, la inversión en investigación de la UCR representa el 83% de la inversión total de las instituciones de educación superior. Este cuadro, que se refiere únicamente a la Universidad de Costa Rica, además del número de proyectos de investi-

gación, presente datos en cuanto a la dedicación de los investigadores a cada una de las áreas, y al costo total de los proyectos y el costo por proyecto.

CUADRO 4
NUMERO, DEDICACION DE LOS INVESTIGADORES
Y COSTO PROMEDIO POR PROYECTO, SEGUN AREA
EN 1984. Universidad de Costa Rica.

AREA	Número de Proyectos N°	%	Dedicación %	Costo Total (en miles)	%	Costo por Proyecto (en miles)
Ciencias Básicas	142	31,9	32,6	109,5	30,6	771,2
Ciencias Agrícolas	35	7,9	7,5	40,5	11,3	1115,9
Ciencias de la Salud	97	21,8	20,1	69,7	19,5	718,8
Ingenierías	14	3,1	4,2	22,5	6,3	1608,7
Ciencias Sociales	101	22,7	26,7	87,9	24,6	870,5
Humanidades y Derecho	29	6,5	4,4	13,4	3,7	460,7
Otros	26	5,8	4,4	14,5	4,0	556,3
TOTAL	445	100,0	100,00	357,9	100,00	804,4

FUENTE: Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica.

Vemos que en general hay una buena concordancia entre el porcentaje del total de proyectos en un área dada y el porcentaje de los recursos humanos dedicados a su desarrollo. Por el contrario, hay una fuerte disparidad entre estos valores y el porcentaje del costo total por área, lo que

se refleja en un aumento sensible del costo por proyecto, en las Ciencias Agrícolas y en las Ingenierías. Esto es un reflejo del mayor grado de - agregación de estos proyectos, tal y como fuera señalado anteriormente. - El alto valor de los proyectos en ingeniería puede estar distorsionado por el bajo número que representan.

Por otra parte, estos datos refuerzan la definición de cuatro campos de concentración de las actividades de investigación en la Universidad de Costa Rica: las Ciencias Básicas, las Ciencias Sociales, las Ciencias de la Salud y las Ciencias Agrícolas, en ese orden de importancia relativa. Estas cuatro áreas representan el 84,3% del total de proyectos en ejecución, el 86,9% de la dedicación y el 86% de los recursos.

Sin que en este momento pueda sustentar la afirmación siguiente con datos cuantitativos, en cuanto a resultados e impacto la Universidad de - Costa Rica ha logrado un importante desarrollo y capacidad en las áreas de Ciencias Básicas, de la Salud y Agrícola. El nivel de impacto y resultados en las Ciencias Sociales es en primera aproximación menor, pero dado el rápido avance de las actividades en esta área, pronto se unirá al grupo de las principales. Es indispensable anotar aquí que la investigación sistematizada y agregada en muchas de las ciencias sociales es un proceso relativamente reciente en nuestro país. En el área de las Ingenierías, el proceso viene un poco atrás, y si lo consideramos en el conjunto de la educación superior, el proceso de reordenamiento y reestructuración institucional del Instituto Tecnológico de Costa Rica ha incidido negativamente en el desarrollo de esta importante área.

Hasta el momento, todos los datos presentados se han referido a lo que se invierte en la investigación: son medidas de insumos. No hay medidas, hasta el momento, aceptables o que podamos usar fácilmente, de lo que se - produce, en cuanto a cantidad y calidad. El reto, para las instituciones de educación superior en particular y para el país en general, para el próximo quinquenio, es el desarrollo de metodologías que permitan evaluar qué, cuánto, qué calidad y qué impacto tiene lo que se produce en investigación.

3.-La función de la investigación universitaria.

Tradicionalmente, la investigación universitaria tiene como función aumentar el conocimiento, que luego los mismos profesores transmitirán a sus alumnos. Cumple así la investigación dentro de la universidad un proceso endógeno. Sin embargo, poco a poco y, debido principalmente, al desarrollo de una gran capacidad en los centros universitarios, surge una segunda función en la investigación universitaria, la de resolver problemas. No simplemente aumentar el conocimiento per se, sino también utilizar ese conocimiento y desarrollarlo en función de la resolución de problemas específicos.

Dentro de este contexto nos encontramos que, poco a poco, esta función universitaria de investigación se va llenando de nuevos requerimientos, es decir, ya no es sólo un problema de aumentar el conocimiento, ya no es sólo resolver problemas específicos, ahora es participar activamente en el desarrollo nacional. Funciones éstas que en países desarrollados se cumple en el sector privado principalmente, en países como el nuestro, por razones obvias y por razones de concentración de esa actividad de investigación y de generación de conocimiento en las instituciones de educación superior, caen también en las universidades.

Sin embargo hay que tener claro algo que es fundamental: en un sistema universitario, la responsabilidad institucional es una responsabilidad hacia el futuro. Si bien la institución y sus recursos permiten participar en la solución de problemas coyunturales, la responsabilidad de la investigación como actividad institucional es una responsabilidad hacia el futuro. Esta responsabilidad se manifiesta en el desarrollo de una capacidad de investigación que permita resolver no solo los problemas planteados en el presente, sino que esa capacidad sea tal que permita la solución de problemas futuros, problemas que en algunos casos no es posible enfrentar o predecir con el conocimiento actual. Esta es la gran responsabilidad de lo que llamamos la investigación universitaria.

Es evidente que esta responsabilidad va a manifestarse, sobre todo,

en el desarrollo de investigación en las ciencias básicas, con una importante función que jugar en el apoyo del desarrollo de las otras áreas de la investigación.

Consideramos como criterio fundamental en este panorama de lo que debería ser el desarrollo de la investigación en Costa Rica, el criterio de desarrollo y mantenimiento de capacidad de investigación. Un ejemplo: la Universidad de Costa Rica, gracias a un esfuerzo grande y sostenido durante muchos años, de grupos investigadores en la química de los productos naturales, logra desarrollar infraestructura y capacidad para el estudio y análisis de los componentes químicos de algunas plantas costarricenses. Este mismo trabajo permite a estos grupos de investigación detectar sustancias extraíbles de estos productos naturales de gran potencial económico - en exportación, de producto terminado, materia prima, etc. Estos grupos, inicialmente investigadores en ciencia básica, comienzan ahora a desarrollar fuertemente proyectos de investigación y desarrollo que llevan a estudios de producción a escala industrial de estos productos naturales. Y los mismos investigadores, en un proceso muy interesante de reconversión, que antes se desenvolvían en trabajos de ciencia básica, comienzan a interesarse en las posibilidades de desarrollo de estos productos, a hacer estudios de mercado, estudios de factibilidad industrial, etc.

Así, la capacidad de ciencia básica que tuvimos en los primeros años, permitió una expresión rápida de una capacidad de desarrollo industrial de un producto natural específico. Sin embargo, nuestra comunidad científica, es particularmente limitada en número y existe el peligro, presente siempre, que las necesidades perentorias de desarrollo del país, la necesidad de resolver problemas coyunturales específicos, distraigan esos grupos que están haciendo ciencia básica y los ponga a hacer ciencia de aplicación inmediata, los ponga a hacer desarrollo tecnológico.

Por el tamaño de nuestra comunidad científica, con esta actividad importante en la coyuntura nacional actual, donde el desarrollo de las agroexportaciones es prioritario, va a dejar al descubierto la investigación básica. Esta investigación básica, que había sido responsable de poder res-

ponder en un coyuntura específica del país, para hacer un desarrollo de - agroexportaciones, va a dejar descubierta la posibilidad de responder a al guna otra coyuntura que tal vez ya no sea agroindustrial o agroexportadora en el futuro.

Aparece como criterio fundamental para el desarrollo de la investiga ción, el mantenimiento de la capacidad general de investigación, independientemente de su expresión en la solución de problemas coyunturales inme diatos. Este criterio nos marca una diferencia fundamental de la investi gación universitaria de aquella que pudiera darse en la empresa privada, en el sector industrial o en algunos institutos especializados del sector de gobierno.

¿Cómo mantener este difícil y frágil equilibrio entre su capacidad a futuro y su capacidad puesta al servicio de la solución inmediata de pro blemas de desarrollo? Hay tres elementos de respuesta que debemos distin guir como necesarios para el mantenimiento de ese equilibrio:

- la necesidad de una investigación de calidad; lo que se haga, independientemente de dónde, debe hacerse bien. Por este criterio de calidad va a ser posible, en gran parte, el mantenimiento de la ca pacidad a futuro.
- La investigación que se realice, además de ser de calidad, debe - ser pertinente, es decir, que cumpla una función específica y opor tuna dentro del contexto en que se desarrolla. Función que puede - ser, como decíamos antes, el mantenimiento de la capacidad de inves tigación, o bien la solución de un problema específico o el estudio de un área fundamental en el desarrollo nacional.
- Por esta pertinencia, y en función de su calidad, esta investigación debe vincularse con las necesidades de producción y de desarrollo - del país.

Definimos así tres condiciones fundamentales para el desarrollo de la

investigación: investigación de calidad, pertinente y vinculada a necesidades reales. Del equilibrio de estos tres factores, va a surgir, de nuevo, el equilibrio entre el desarrollo de la capacidad, su mantenimiento y la puesta de la capacidad al servicio del desarrollo nacional.

4.-La demanda de resultados de investigación.

El desarrollo de la investigación en las universidades y su desarrollo en general en Costa Rica, sobre todo lo que podríamos llamar la investigación científica y tecnológica, o en ciencias "duras", se ha dado casi unilateralmente. Es decir, ha habido un problema de oferta sin que haya habido gestión de la demanda por los resultados de esa investigación. Por muchas razones, que anotaremos rápidamente, los demandantes de resultados científicos y tecnológicos, básicamente la industria, en Costa Rica tienen poco desarrollo, porque, o bien la industria relativamente pesada que se haya desarrollado es transnacional y sus requerimientos científicos y tecnológicos son suplidos por las casa madres en los países de origen, o, como ocurre con la gran mayoría de la industria nacional, es pequeña, casi artesanal y en muchos casos familiar, donde no hay siquiera capacidad interna para detectar que esa industria tiene problemas que podrían ser resueltos mediante aportes de la investigación.

Un factor importante a señalar ahora son los datos que nos ofrecen las estadísticas de los censos en cuanto a la preparación académica del grupo de nominado "gerentes y administradores". En este grupo, que cuenta en el censo de 1981 con 30.000 individuos que cumplen funciones de gerentes y administradores, sólo el 8% tiene estudios universitarios, y solo el 2,5% tiene estudios universitarios más allá del cuarto año. De modo que hay un problema fundamental al cual las universidades y el país deben enfrentarse: la baja preparación académica de este grupo. Debería buscarse, paralelamente al esfuerzo que se está haciendo de desarrollar la investigación, desarrollar entrenamiento y conciencia en este importante grupo, que la investigación tiene algo que aportar para el desarrollo de la empresa o industria, mediana o pequeña, para la solución de sus problemas.

Nos encontramos frente a una doble necesidad, continuar apoyando y fortaleciendo el desarrollo de la investigación por una parte y dar los elementos para que el sector productivo tome conciencia que esa investigación puede aportar a su desarrollo, por otra. La Universidad, en general, se ha preocupado por el primer aspecto y ha descuidado el segundo. Las instituciones de promoción de la ciencia y la tecnología, fundamentalmente el CONICIT, tampoco se han preocupado de este importante aspecto de la gestión de la demanda. Otro de los grandes retos de Costa Rica para el próximo quinquenio no será únicamente el mantenimiento de la capacidad general de investigación frente a los requerimientos externos fuertes que se están teniendo por resultados inmediatos y frente a la limitación de recursos, sino también la creación de mecanismos para desarrollar lo que los técnicos llaman la gestión de la ciencia y la tecnología en la empresa directamente.

5.-El financiamiento de la de investigación.

Quisiera terminar esta exposición discutiendo el problema del financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo, y en general de la educación superior y por ende de la investigación universitaria. Resolviendo el problema del financiamiento de la Educación Superior resolveríamos en gran parte el problema de la investigación universitaria y estaríamos así resolviendo entre dos tercios y tres cuartos del problema del financiamiento de la investigación en Costa Rica.

Actualmente se están buscando nuevas fórmulas de financiamiento, y una de las que más en boga está es lo que se ha llamado el autofinanciamiento de la investigación por la venta de servicios científicos y tecnológicos. ¿Hasta dónde es esto una realidad o simplemente un espejismo? En algunos lugares, y por circunstancias muy específicas que podríamos comentar, la solución se da. Algunos centros de investigación en países desarrollados o en vías de desarrollo muy avanzados, han logrado financiar parcialmente sus actividades mediante la venta de servicios, es decir la venta de su capacidad de investigación a demandantes externos específicos. Estas ventas de servicios pueden ser la ejecución de investigaciones, servicios de análisis repetitivos, como diagnósticos de enfermedades en plantas o animales, ensayos de materiales, controles de calidad, cursos de capacitación o de educación permanente, asesorías, etc.

Estas fórmulas existen y en algunos casos han dado resultados. Sin embargo, para su factibilidad debemos partir de dos condiciones fundamentales:

-Deben existir recursos ociosos, tanto humanos como de infraestructura y equipamiento.

-Disponibilidad de un capital de trabajo para iniciar el mecanismo y venta de servicios. Para ofrecer un servicio, hay que invertir en el.

La ociosidad de los recursos, al menos en las instituciones de Educación Superior que son las que tienen la infraestructura de investigación - más importante del país, es casi inexistente; al contrario, en las circunstancias actuales hay escasez de recursos, tanto humanos como de espacio y - equipo de laboratorio. Por lo tanto el primer requisito que permitiría una organización inmediata de la venta de servicios para financiar la investigación, no se da. Cualquier función de servicio, en estas condiciones, tendría que darse mediante una desviación de funciones de los recursos existentes. Si la rentabilidad de los servicios es suficiente, es posible desviar un porcentaje ajustado de los recursos disponibles y lograr una retribución fuerte por los servicios prestados y usarla en el desarrollo y mantenimiento de la capacidad de investigación.

El segundo requisito, es decir tener disponibilidad financiera para la inversión inicial, tampoco está presente. Ni siquiera tenemos recursos suficientes para mantener la infraestructura de investigación sin deterioro, mucho menos para desarrollar una nueva capacidad e infraestructura para la prestación de servicios.

La única manera de obtener este autofinanciamiento de la investigación por la venta de servicios, es mediante un apoyo financiero inicial fuerte - que sirva como capital de trabajo y como inversión en infraestructura además de permitir una contratación específica de personal capacitado. Nada de esto es posible con recursos propios de las instituciones de Educación Superior.

Debemos buscar un mecanismo financiero que nos permita romper el círculo.

Dentro de este razonamiento, no debemos olvidar que la prestación de servicios es uno de los mecanismos más apropiados para lograr que la investigación dentro de una universidad aumente sus criterios de pertinencia. Es posible rentabilizar académicamente la prestación de servicios y esto - deberá ser objeto de otra charla en otra oportunidad.

Agosto de 1986

TEMA

LA INFORMATICA COMO AGENTE
DE CAMBIO EN LA SOCIEDAD COSTARRICENSE

FECHA:
7 de octubre de 1986

EXPOSITOR:
ING. MARIO FEOLI

LA INFORMATICA COMO AGENTE DE CAMBIO

EN LA SOCIEDAD COSTARRICENSE

Para determinar el papel que ha jugado la informática como agente de cambio en la sociedad costarricense, así como el que juega o jugará en el futuro, primero debemos determinar que es la Informática y también cual es el papel que está jugando esta disciplina a nivel internacional, para sí poder enmarcar nos en ese contexto y determinar si Costa Rica se encuentra en sintonía con esa orientación.

Entre las más conocidas definiciones se encuentra la incorporada por la Real Academia que dice lo siguiente: "es el conjunto de técnicas que tienen por objeto el tratamiento de información con máquinas sobre todo automáticas". Esta definición tiene solo un defecto, y es que limita la actividad de la informática al uso de máquinas, y eso no es necesariamente cierto, pues esta disciplina no está limitada al uso de equipos mecánicos o electrónicos. Estas máquinas, principalmente las computadoras, efectivamente hicieron viable la Informática y le dieron el impulso o capacidad de cambio que les permitió perturbar el sistema de forma tal que crearon una revolución. Antes de esto la Informática se venía desarrollando durante casi toda la historia de la humanidad pero muy lentamente pues tenía herramientas muy pobres comparadas con las computadoras.

Otras definiciones de Informática con un sentido muy amplio son las siguientes: "Informática es la ciencia y tecnología de la información". Y la definición del IBI (International Bureau for Informatics): "La aplicación racional y sistemática a los problemas económicos sociales y políticos". Estas definiciones son demasiado ambigüas y abarcan actividades que se incluyen dentro de otras de las llamadas "ciencias de la información".

La definición más aceptada y que aparece citada en más libros es la que dice que: "La Informática es el arte del tratamiento de la información por medios mecánicos o manuales". Esta definición también tiene una variante en la que en vez de tratamiento se habla de administrar, almacenar, procesar, clasificar, etc.; todas operaciones o tratamientos que se les hacen a la información ya sea

manualmente o por medio de máquinas que podrían ser automáticas. Nótese también que aquí se califica con toda propiedad a esta disciplina como un arte, es decir como un saber hacer, como una forma de resolver problemas.

Como bien es sabido desde que el ser humano se comunica, ha tenido que aprender a administrar y a manejar la información, y ha venido haciéndolo paulatinamente con algunas aceleraciones de acuerdo con la tecnología disponible, como por ejemplo la invención de la imprenta, las metodologías como la organización y métodos, la contabilidad, etc. Sin embargo, la aceleración real que tuvo esta disciplina se dió finalmente con el uso de las computadoras a partir de la mitad de este siglo.

Paralelamente a esto, se ha venido desarrollando toda la tecnología de las comunicaciones, la cual ha avanzado vertiginosamente y ha llegado a permitir que, usando los recursos de comunicaciones, se pueda transmitir a distancia información en diferentes formas; desde formas elementales como caracteres o palabras, hasta métodos más sofisticados que en el fondo son lo mismo, como son la transmisión de gráficos y de la voz humana en forma digital. De este desarrollo salió una nueva disciplina hija de la Informática llamada Telemática, que se define como "las técnicas de las telecomunicaciones aplicadas a la Informática". Esto ha permitido toda una revolución de tal envergadura dentro del campo de la Informática que según algunos autores, puede llegar a cambiar la estructura de la sociedad actual.

Cambio cualitativo de la humanidad

Para enfocar este cambio cualitativo a la humanidad que tanto la Informática como las Comunicaciones y otras técnicas actuales pueden llevar a cabo, me voy a basar en el criterio de algunos autores y entes que analizan este fenómeno, tales como Alvin Toffler, James Martin y el Club de Roma en sus libros: El Shock del Futuro, La Tercera Ola y Avances y Premisas del primer autor. La Sociedad Telemática del segundo y Microelectrónica y Sociedad del tercero.

Como es bien sabido, el libro "El shock del Futuro" presenta una visión bastante pesimista de la situación actual del mundo, como si estuviera éste ante un abismo donde los problemas de la energía, la superpoblación y la produc-

ción de alimentos estuvieran llevando a la humanidad a un desastre inminente.

Ya en el libro La Tercera Ola, Toffler presenta una visión más positiva, pues lo que plantea es que las estructuras de la sociedad estaban cambiando y no nos habíamos dado cuenta.

Avances y Premisas es una ampliación de los planteamientos enunciados en La Tercera Ola y está basado en preguntas y respuestas sobre el tema. En el libro del Club de Roma, Microelectrónica y Sociedad, básicamente se tiene la misma tesis aunque tal vez no usa los mismos conceptos de la Tercera Ola, pero básicamente enfoca el problema que se está teniendo con los recursos en general, no sólo de la Informática y de las Telecomunicaciones sino con todo lo que se llama tecnología de punta o industria de alta tecnología, que está cambiando fundamentalmente la sociedad.

James Martin, un autor muy conocido dentro del campo de la Informática y del teleproceso, también enfoca este punto. El se orienta mucho más al aspecto de las técnicas disponibles describiendo más detalladamente cómo cada una de ellas se usará. Estos autores coinciden con Toffler en cuanto al desarrollo final aunque éste lo ubica dentro del desarrollo histórico de la humanidad. El planteamiento de Toffler básicamente se enfoca a analizar las dos grandes revoluciones de la humanidad, y de allí por analogía desarrolla la teoría de tercera revolución o tercera ola.

Inicialmente, como bien es sabido, la revolución de la agricultura fue el primer cambio importante que tuvo la humanidad. De una sociedad nómada se pasó a una sociedad ya estabilizada, sedentaria. Entonces se establecieron los diferentes aspectos de la organización que la caracterizaron, los cuales se resumen a continuación.

Sistema de autosuficiencia en la producción; es decir, una persona en su finca, en su casa producía no sólo lo que comía, sino que se hacía sus propios zapatos, se hacía su ropa, su casa y otras cosas. Nivel de intercambio realmente bajo, por eso mucho se basaban en el trueque, aunque después comenzó a haber la moneda.

Poca especialización; todo mundo sabía un poco de todo pero mal. Todo mundo sembraba lo que podía sembrar en ese momento. Claro al final de eso comenzó el cambio, comenzaron a venir todos los artículos del oriente y ay la burguesía comenzó a comprar cosas que hacían otros y se comenzó a especializar.

El transporte no era importante, si acaso para sacar productos y venderlos en otro lado, pero no jugaba un rol preponderante dentro de la organización. Básicamente toda la producción estaba basada en lo que se llama el motor de sangre caliente, es decir, casi toda la fuerza que se tenía disponible era de sangre caliente: caballos, bueyes, dromedarios, esclavos, etc.

Habían recursos aislados que no fueron lo suficiente importantes como para cambiar la estructura socioeconómica, como los molinos de viento, las ruedas de agua, que ya existían, pero no tuvieron suficiente capacidad de cambio como para alterar la organización de la humanidad.

El poder era tierra y esclavos; por eso un señor feudal se iba y le quemaba las tierras al otro para quitárselas y la esclavitud era un fenómeno económico totalmente aceptado.

Viene luego el segundo gran cambio: la segunda ola que se da con la revolución industrial.

Como bien es sabido, al inventar James Watt su máquina de vapor, esa máquina sí fue un impacto suficiente a la tecnología del momento como para afectar y cambiar desde sus raíces la organización de la sociedad. Las características de esta etapa son las siguientes: Comenzó el maquinismo: como la máquina de Watt al principio era físicamente muy grande y rudimentaria, entonces la gente tenía que ir hacia ella. Se presentó un problema de centralización de la potencia.

Básicamente se acabó con la esclavitud, o digamos que el que acabó con la esclavitud no fue un político, fue un ingeniero. La máquina de Watt hizo innecesaria, por lo menos como primer paso, la esclavitud física.

Comenzó el maquinismo, toda la gente tenía que vivir y trabajar alrededor

de donde estaba la gran máquina, y alrededor de ésta estaba la fábrica. La máquina era un monstruo muy grande que tenía mucha potencia y por otro lado, la transferencia de la energía era muy complicada, a través de poleas y otras rudimentarias máquinas. Surgieron esas grandes ciudades industriales mal diseñadas. Simplemente alguien fabricaba una máquina de Watt y alrededor de ella comenzaba toda la actividad. Esto multiplicó muchísimo la producción e inmediatamente comenzó a haber especialización. Una fábrica era para hacer un producto, otra fábrica era para otro; uno era tornero, otro era soldador, otro fabricaba ferrocarriles, etc.

Obviamente toda esa nueva organización de la producción de la revolución industrial generó una gran importancia para los minerales y los yacimientos. Quién tenía más minerales y más yacimientos era más poderoso porque ahí estaba la materia prima. De allí sale toda la problemática de la colonización de una serie de países. Por supuesto esto comenzó en el siglo XVII y llegó a cambiar completamente la manera de ser de la sociedad. Generó la industria pesada, las acerías, el manejo del carbón como gran elemento de potencia, posteriormente el petróleo, etc.

Eso produjo algunas necesidades que se debían resolver para la fabricación en serie. No se podía comenzar a fabricar zapatos a la medida, ni hacer pantalones, ni carretas como las quiere cada cliente. Se hizo necesaria la estandarización, había que estandarizar los tamaños y los métodos. Había que numerar, había que meter a la gente, a la humanidad, que es un conjunto continuo de tamaño y formas, en una serie de clases de tamaños y formas, lo cual fue un invento impuesto por las necesidades de la técnica. Ahora vivimos nosotros dentro de eso y nos parece lo más natural.

El transporte se hizo importantísimo porque ya iba a estar aquí la fábrica y allá la materia prima.

Nacieron dos elementos nuevos en la organización económica; los productores y los consumidores. Unos fabrican y otros consumen, porque estamos nosotros dentro de ese mundo, no sólo a nivel personal, sino a nivel de países. Hay países productores y países consumidores, también llamados desarrollados y subdesarrollados, pero básicamente es el mismo concepto; unos producen y otros tienen que consumir y los dos forman parte de ese binomio de la sociedad indus

trial.

Es tan importante la fabricación en serie y mecanizada que prácticamente en cualquier lugar, que uno observe lo que está alrededor se encontrará que prácticamente todo ha sido fabricado en serie. Desde el equipo más complicado: computadoras, equipos electrónicos, automóviles, hasta lo más simple o barato aparentemente: lápices, tiza, un alfiler; todo ha sido fabricado en serie. Para nosotros eso también es lo más natural, nosotros nacimos dentro de ese ambiente, pero eso es totalmente artificial, es un solución que se dio debido al desarrollo y necesidades planteadas por la revolución industrial, por la segunda ola.

Como secuelas negativas de este fenómeno se generaron problemas de desperdicio y contaminación que los estamos viviendo.

El poder en esa revolución industrial, en esta segundo ola, como dice Toffler, se basa en tener más yacimientos y más máquinas.

Viene luego la Tercera Ola que es la revolución Informática.

Se comienza a desarrollar la computadora y con ella el procesamiento de datos a alta velocidad. Eso primero que nada comienza a eliminar un segundo tipo de esclavitud que había quedado vigente. Porque la esclavitud de potencia humana, de trabajo servil, digamos así, se había eliminado casi totalmente con las máquinas, pero el problema del trabajo manual, digamos intelectual, por ejemplo hacer planillas, llevar inventarios, hacer contabilidades, se hacía casi totalmente en forma manual todavía hasta hace escasos 25 a 30 años. Era difícil encontrarse algo más sofisticado que las calculadoras mecánicas, que era lo más avanzado que había como acelerador de la inteligencia.

Con la invención de la computadora, se comenzó ya a poder usar inicialmente en cálculos muy complejos y después como amplificador de la inteligencia y de la capacidad de trabajo administrativo. Se acabaron esos grandes grupos humanos de 40 personas sólo calculando planillas, y comenzó una computadora a hacer esos cálculos. Claro los departamentos siguen estando y la gente sigue haciendo trabajo manual pero no ese trabajo sevil de multiplicar,

de escribir, de apuntar, de pasar datos de un lado a otro.

En esta tercera ola, al usarse las computadoras y la telemática se va a generar un nuevo tipo de industria producida por la industria de alta Tecnología, la cual va a generar una gran cantidad de profundos cambios en la humanidad.

Uno de esos cambios por ejemplo es que al haber menor consumo energético, la energía y los elementos que la producen serán menos importantes, ya no va a haber luchas por el petróleo. No es que ya no se vaya a usar más, sino que va a ser menos importante. La energía siempre será necesaria y por supuesto tendremos que vivir con ella, pero no va a ser básica porque se va a reducir.

El problema primario de fabricación se va a trasladar a la casa, digamos, y el resultado de esto se llama integración familiar. Todas las personas van a poder hacer más parte de sus labores habituales desde su casa sin tener que salir y trasladarse. Por ejemplo, en un lado de la casa está una persona conectada a través de una serie de medios de comunicación y computadoras a su oficina, mientras que otra está estudiando por teletexto y en otro lado la señora no tiene que ir al super mercado a comprar sino que solamente hace el pedido por teleproceso, etc. Una serie de recursos de ese estilo, incluidos los robots, que van a liberar a la gente de viajar tanto. La gente va a trabajar en su casa y va a ir al trabajo cuando se requiera, pero no va a ser necesario estar físicamente presente todos los días durante toda la jornada, porque se contará con poderosos medios de comunicación para interconectarse con los medios de información y de trabajo. Entonces ahí se va a producir nuevamente la producción individualizada.

Los robots resolverán gran parte de esta problemática. Ya no es un señor, un artesano el que fabrica algo pero tampoco es un rígido sistema de fabricación en serie donde se fabrica por ejemplo un par de zapatos. En una zapatería actualmente uno se encuentra un estante lleno de zapatos para que tal vez ninguno de ellos le sirva. En la zapatería del futuro llegará uno y le dirá cual estilo quiere y un robot que probablemente tenga forma de caja, le fabricará su zapato mientras usted se toma una taza de café. Esto suena

medio exagerado, pero básicamente, aunque tal vez en otros órdenes, la fabricación va a volver a otro tipo de proceso, individualizado. Ya hay una serie de cosas que se hacen así, los puede fabricar uno en ese momento.

Nuevamente este fenómeno le baja la importancia al transporte, porque entonces ya no se va a tener que transportar grandes cantidades de productos totalmente terminados, sino cosas tal vez semi-terminadas, o simplemente materia prima.

Otro punto que cambia es el hecho de que la familia en la revolución industrial se atomizó, ustedes ven como en los países desarrollados casi no existe el concepto de familia, existe más como un ente diferente, pero la familia no vive junta, prácticamente uno sale en la mañana y el otro sale a otra hora, y no se ven durante el día, a veces durante meses. Cuanto más industrializado y más desarrollado es el país cuesta más que la familia se mantenga unida.

En la tercera ola nuevamente la familia va a tener mayor integración, aunque cada uno va a estar en su actividad, pues no tienen que estar todos haciendo la misma actividad, pero los medios de comunicación le van a permitir capacidad para no tener que viajar cada uno a diferentes lados.

Como resultado de todo esto surge lo que Toffler llama el prosumidor, que es un productor/consumidor. Ya no es la división aquella de consumidores y productores, sino un nuevo elemento que fabrica y consume sus propias cosas, no totalmente también pues no va a ser tan autosuficiente, pero no va a ser tan especializado como es ahora. Con la tercera ola nace por supuesto la conciencia ecológica.

En estos momentos el poder en esta tercera ola está representado por la alta tecnología y por contar con el control de la información. Ya no se requerirá de industria pesada ni de yacimientos.

Con vista en todo el desarrollo de ese proceso vamos a analizar primero lo que ha sucedido en Costa Rica y luego qué se requiere para que nos montemos en esa tercera ola como país de vanguardia.

Desarrollo histórico de la Informática en Costa Rica.

Si vemos ahora el desarrollo histórico de la Informática en Costa Rica notaremos entre otras cosas que siempre hemos ido varios años atrás del adelanto en los países desarrollados pero no tanto. Tal vez estemos atrasados en las soluciones pero no en contar con los recursos.

Ahora, el problema es que en un país desarrollado un mismo recurso es asimilado por el pueblo más rápidamente. En un país como el nuestro el recurso puede estar allí pero no estamos totalmente capacitados para usarlo o no estamos enterados de su existencia y esa es la parte fundamental que yo quiero transmitirles hoy.

En el cuadro siguiente se pueden observar las diferentes etapas que ha tenido la informática en Costa Rica.

Cronología.

- 1900 Telegrafía Morse (TRT)
- 1921 Telegrafía Morse (Radiográfica Internacional de Costa Rica)
- 1945 Equipos de Registro Unitario (OTM, Bananera)
- 1960s Primeros computadores 1401 (BCCR, OTM, Bananera, INS)
Telex Internacional a New York
- 1964 Telex manual
- 1968 Primeros cursos universitarios de programación (UCR)
Primeras computadoras de 3a Generación (360)
Primera computadora en UCR
- 1972 Primeras minicomputadores en CR (Nova 800, Basic IV)
- 1973 Canales arrendados en RACSA
- 1974 Primera carrera de computación universitaria
Computadora de 3a generación en UCR
Telex automático
- 1977 primeras microcomputadoras
- 1980 Facsímil
- 1983 Instalación de un nodo de la red TYMNET

Dentro de esta cronología debemos destacar algunos hitos más importantes

que los demás, que deslindan momentos de mayor significación dentro del desarrollo histórico reciente de la Informática en Costa Rica.

Estos hitos son: La instalación de equipos de registro unitario, los primeros cursos formales de programación y la primera computadora en la UCR, las primeras minicomputadoras, la primera carrera universitaria de informática, las primeras microcomputadoras y la instalación del nodo de Tymnet.

Como se ve Costa Rica se ha ido adentrando a paso firme dentro del arte de la Informática y de la Telemática, con algunas dificultades en algunas oportunidades producidas por la falta de control y conocimiento de la técnica, pero al final dominándola y asimilándola.

Estado actual

Para no aburrir al lector con estadísticas sobre el número de computadores, tamaños y colores, así como de otros recursos, vamos a enfocar el aspecto cuantitativo de los equipos y aplicaciones informáticas que se están usando y que se vislumbran para el futuro cercano.

Actualmente podemos decir que en Costa Rica hay un buen número de computadoras grandes (medianas de acuerdo con estándares de país desarrollado) instaladas principalmente en instituciones públicas y autónomas que llevan a cabo grandes cantidades de procesamiento masivo, sobre todo en aplicaciones administrativas como planillas, contabilidad, cuentas corrientes, etc.

Algunas de estas Instituciones ya se están orientando a la implantación de aplicaciones más modernas y poderosas como bases de datos para cuentas bancarias, para consulta del Registro Público y como generadores de programas y de sistemas que economizan grandes cantidades de esfuerzo de programación.

Prácticamente todas las instituciones públicas medianas o grandes tienen una o varias computadoras, generalézanse últimamente en estas dependencias el que tengan más de un sistema grande. Este desarrollo es bastante razonable si se da con una condición; que siempre haya un ente coordinador o integrador

de los criterios y estándares con que se desarrollan las ahora desconcentradas ó descentralizadas aplicaciones. El problema es que en algunas Instituciones han ido comprando alegremente computadores para diferentes actividades, tal vez bastante relacionadas entre sí, como serían los diversos sistemas de la administración de ese ente, pero sin cuidarse de las normas de desarrollo de sistemas y programas, de los estándares de documentación, ni de la coordinación en cuanto a estos criterios por parte de dependencia competente y autorizada técnicamente para ello.

Por otro lado se ha venido dando la fiesta en la adquisición de microcomputadoras para prácticamente cualquiera que alce su voz pidiéndolas, sin que haya un ente capacitado ó pertenencia. En algunas instituciones se suman por cientos de miles de dólares los gastados en adquirir microcomputadores.

En cuanto a la empresa privada hay cientos de computadoras (sin contar las microcomputadoras) instaladas principalmente para resolver los problemas de la administración contable de esas empresas (Inventarios, contabilidad, planillas, cuentas por cobrar, facturación, etc.). Estos en general son minicomputadores y se usan con bastante eficiencia.

Después están las microcomputadoras personales que están ayudando cada vez más en la investigación científica y tecnológica al permitir que el profesional, tecnólogo o científico, tenga capacidad de procesamiento de datos y de análisis en su propia oficina ó casa, con una gran potencia computacional a su disposición y sin tener que ir hasta un centro de cómputo a solicitar y esperar el acceso a un poco de tiempo de máquina. Además ahora se han desarrollado algunos lenguajes de programación mucho más flexibles y fáciles de aprender, que simplifican la labor de la solución de diferentes aplicaciones en este campo.

Aunque las microcomputadoras que se usan para las pequeñas empresas son sustancialmente las mismas unidades que las anteriormente comentadas microcomputadoras personales, el enfoque de su uso es diferente.

En la pequeña empresa ya se puede contar con un computador pequeño pero de buena potencia que resuelva las aplicaciones comerciales de ella al igual que

lo haría una unidad más grande para una empresa mayor. El uso que se debe dar es más similar al de una computadora grande que al que se le da como computadora personal.

En este momento existen en el país más de 4600 microcomputadoras que han entrado pasando por la aduana. ¿Se estarán usando bien todas ellas? No sabemos, pero muy posiblemente muchas de ellas se hayan adquirido porque está de moda, porque son más baratas, por prestigio, sin que haya mediado un análisis que justifique su compra.

Sin embargo debemos aclarar que, si bien, no se pueden hacer todas las cosas con sólo microcomputadoras, este recurso representa la tecnología apropiada para países pobres y en vías de desarrollo, especialmente porque se tienen muchas pequeñas empresas y porque sus profesionales se pueden levantar a un nivel competitivo con sus homólogos de otros países sin inversiones fuera de su alcance.

Pero eso y sin perjuicio de que haya un alto riesgo de que no se estén usando todas eficiente ni adecuadamente, para el país en general redundará en un beneficio el estímulo que a este tipo de solución le ha dado el Gobierno de la República al bajar sustancialmente los impuestos y así permitir resolver una serie de problemas informáticos que antes eran inaccesibles para los sectores que las utilizan.

Entre las nuevas aplicaciones de la computación que se están dando ahora, existe un recurso que a primera vista puede parecer como muy prosaico para una computadora, pero que cumple una función muy específica para la eficiencia de las labores normales de una oficina.

Este es el recurso de Automatización de Oficinas y Oficina Electrónica que da apoyo para efectuar, por medio de una o varias computadoras interconectadas entre sí, todas las labores de una oficina normal, tales como procesamiento de textos, archivo electrónico, agenda electrónica, administración de recursos, bases de datos personales y graficación, cuyos alcances y funciones se pueden ver más detalladamente en un artículo del suscrito, publicado en la revista Mundo de la Computación de los meses junio - julio 1986.

En Costa Rica ya se están instalando algunas aplicaciones de oficina electrónica y la gente ya está aprendiendo a usarlas en algunas dependencias públicas, tales como ministerios, instituciones autónomas y en la Casa Presidencial.

Existen también las bases de datos que ya se están comenzando a desarrollar en una forma más eficiente y con administradores de base de datos de concepto moderno. Hay algunas bases públicas de datos como la del Registro Público, ya mencionado y otras privadas como las de los principales bancos (Banco Nacional, Banco Popular, Banco Anglo, etc.).

También, a través del nodo de la red Tymnet que administra la Radiográfica en Costa Rica, se tiene acceso a bases de datos internacionales tales como Dialog, Orbit, Source, etc, en las cuales hay un gran número de sub-bases de datos, cada una sobre diferentes temas: medicina, microbiología, literatura, música, etc. En éstas se pueden hacer búsquedas bibliográficas encontrando con ello la última información que existe sobre el tema específico, lo cual permite a tecnólogos y científicos el estar totalmente actualizados sobre los temas de su interés.

En cuanto a la educación, esta se ha desarrollado bastante últimamente, aunque no todas las carreras universitarias, que son cinco actualmente, tienen un enfoque o una profundidad adecuados para las necesidades del país y de la técnica.

Todavía hay quienes creen que la informática es una ciencia per-se o que se basa en aplicaciones de la matemática (modelos, etc.).

También la Informática se está introduciendo a pasos agigantados en los colegios de secundaria, donde casi como un juego, los muchachos están adentrándose en las técnicas actuales de la programación y las aplicaciones sencillas de la Informática.

También hay bastante disponibilidad de cursos cortos e individuales en escuelas técnicas y en los cursos de los fabricantes o distribuidores de los equipos.

En cuanto a la telemática, hay muchas redes privadas de teleproceso, para aplicaciones comerciales principalmente, en bancos, ministerios, instituciones autónomas y empresas privadas, algunas con cientos de terminales.

En la Radiográfica se tiene el servicio de telex con 1590 abonados.

El facsímil, que es un recurso para transmitir gráficos a distancia, maneja un volumen de aproximadamente 12800 páginas por año. Como se ve, este recurso está apenas introduciéndose pero se verá crecer mucho en el futuro cercano.

La telegrafía es otro sistema que maneja una gran cantidad de tráfico del orden de 240.000 telegramas nacionales y 80.000 telegramas internacionales por año. Pero el recurso actual más importante de esa empresa es el ya mencionado nodo de la red Tymnet.

En cuanto al futuro cercano de la telemática en Costa Rica, se encuentra como uno de los recursos de más potencialidad la instalación que está haciendo radiográfica para principios de 1987 de una red pública nacional completa de transmisión de datos por conmutación de paquetes (Packet Switching), que dará gran flexibilidad y economía en la transmisión de datos para los particulares y entes públicos.

Cualquier persona, desde cualquier parte del país podrá conectar su computadora o terminal a la red y transmitir información a cualquiera otra parte del país donde esté otro recurso de computación propio o ajeno (que le permita la entrada) mediante una tarifa que en la mayoría de los casos será bastante menor que lo que le costaría por cualquier otro medio electrónico alternativo.

Otros recursos que vamos a ver en el futuro son oficinas electrónicas, redes privadas de teleproceso usando parcialmente las redes públicas como la de Radiográfica, Bases de datos públicas y privadas en mayor escala que la actual, sistemas de apoyo a enseñanza a distancia, sistemas de transferencia de fondos entre bancos y financieras y otros recursos.

Es muy necesario que Costa Rica se aboque a estimular estos recursos de informática pues sólo con su uso generalizado, el pueblo se entrena adecuadamente en sus potencialidades y el país así logra una opción para entrar en el mundo del futuro, el mundo de la tercera ola.

Algunas de las instituciones y empresas llamadas a estar en la vanguardia de este desarrollo serían las universidades, la Radiográfica, el ICE, el CONICIT, el Ministerio de Ciencia y Tecnología y el Gobierno Central estableciendo políticas que orienten al país y a sus ciudadanos a enfrentar este gran reto que se le presenta a Costa Rica en esta coyuntura histórica única que se le presenta.

T E M A

UNA EXPERIENCIA EXITOSA EN TECNOLOGIA DE PUNTA EN COSTA RICA

EL CASO DE CIBERTEC S. A.

FECHA:

14 de octubre de 1986

EXPOSITOR:

ING. BERNAL THALMAN

"UNA EXPERIENCIA EXITOSA EN TECNOLOGIA DE PUNTA EN COSTA RICA"

EL CASO DE CIBERTEC S.A.

Señores miembros del CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNOLOGICAS. Miembros de los Colegios Técnicos Profesionales. Estudiantes de Ciencia y Tecnología. Costarricenses:

Con motivo del ciclo de conferencias sobre Ciencia y Tecnología promovido por el CONICIT, nos es grato exponer a ustedes la experiencia exitosa de nuestra empresa en el campo de la electrónica, la cual ha deparado un desarrollo tecnológico, y por ende industrial y económico, abriendo nueva fuente de trabajo y nuevos mercados de exportación para el país.

El marcado avance de las potencias económicas occidentales durante las dos últimas décadas se ha fundamentado en las industrias de alta tecnología, mediante el apoyo de los gobiernos a la investigación y al desarrollo, quedando como consecuencia la electrónica como la impulsadora principal, por el efecto catalizador de su presencia en los distintos campos del quehacer humano.

Como resultado de lo anterior, se han producido componentes microelectrónicos de gran funcionalidad y bajo costo, que están disponibles en el mercado internacional; y para aplicarlos eficientemente a la satisfacción de las distintas necesidades, únicamente se requiere de la inventiva del personal profesional.

Esto permitió que alrededor de los años 70 comenzara otra era industrial de gran escala, la producción en masa de estos componentes: los circuitos integrados electrónicos, inicialmente con funciones lógicas básicas, permitieron a compañías como la nuestra, desarrollar equipos e impulsaron el desarrollo de los minicomputadores, posteriormente con funciones cada vez más sofisticadas, mayor integración y rapidez, permitió utilizar en una forma más comercial el uso de estos ordenadores para desarrollar equipos más poderosos en el campo de la industria de control y el procesamiento de información, situación que abarató los equipos para procesamiento de datos, que para esos años, eran de tan alto costo que sólo grandes compañías podían contar con sus beneficios.

Cuando se inició esta evolución tecnológica era corriente encontrar todavía equipos

con tubos, se abre un nuevo camino al pensar que era posible interconectar patitas de los circuitos integrados "chips" y obtener así equipos que respondieran a secuencias condicionadas. Uno de los primeros diseños en Costa Rica fue la creación de un marcador telefónico; años más tarde se fueron integrando circuitos cada vez con funciones más sofisticadas hasta que aquellos minicomputadores contruidos con gran cantidad de circuitos integrados se incorporaron en uno solo, es decir que por el año 78 se disponía de los primeros microcomputadores en el mercado y a un costo relativamente bajo.

Fue aquí que nuestra inventiva permitió ofrecer al Banco de Costa Rica la primera central telefónica electrónica que se instaló en el país, siendo esta diseñada y construida en Costa Rica. Así también por esta época se inició el desarrollo de los diseños para controles de semáforos.

Hoy día los microprocesadores son aún más poderosos pues incorporan también en un sólo circuito integrado las memorias y su velocidad es cada vez mayor. Por otro lado con el advenimiento de estos microprocesadores se presenta un campo enorme para el desarrollo: los "micros" son elementos que si no se les enseña lo que deben hacer, son inútiles, de aquí surge la gran necesidad de crear programas "software" o sea introducir su inteligencia, nueva fuente de trabajo a nuestro alcance.

Inicialmente las herramientas con que se contaba para programar eran exclusivamente para gente especializada, hoy día las facilidades son cada vez mayores de manera que con simple instrucción cualquier persona opera fácilmente programas para desarrollo de instrumentos herramienta en la empresa, procesamiento de palabras y hasta usos en el hogar. Se van desplazando sistemas tradicionales como telegrafía y telex y se comienza a hablar de correo electrónico.

Pues bien el campo electrónico lo sorprende a uno y gracias a haber vivido experiencias durante el desarrollo de estas nuevas técnicas, se coloca a Costa Rica dentro de los países subdesarrollados en una posición propicia para el surgimiento de empresas dedicadas a la alta tecnología. La creación de prácticas requeridas por los centros docentes vocacionales en las empresas, como requisito para la graduación de sus estudiantes, ha permitido la relación con los instructores que han incorporado nuestras técnicas en sus programas de estudio y a su vez ofrecido la disponibilidad de nuevos recursos humanos altamente capacitados.

CIBERTEC es una empresa netamente costarricense fundada en 1979, sus siete años de existencia los ha dedicado al desarrollo de alta tecnología de sistemas electrónicos para control automático, telemedición y telecomunicaciones.

Fue cuando el Instituto Costarricense de Electricidad promovió la licitación pública Nº 3941 "Adquisición de equipos de control para la automatización del Complejo Hidroeléctrico Arenal Corobicí", que un grupo de ingenieros con experiencia individual en el control electrónico se reunieron para hacer frente al reto y demostrar que en Costa Rica había recursos humanos capaces de realizar el proyecto en mención.

Con este fin se creó CIBERTEC cuyo nombre significa tecnología cibernética.

El controlador que desarrolló CIBERTEC para Arenal Corobicí recibe a través de microondas la consigna de generación que le envía el Centro de Control de Despacho de Energía desde San José y distribuye esta consigna en cada unidad de las dos plantas en cascada, para mantener el equilibrio hidráulico eficientemente.

Actualmente CIBERTEC tiene un contrato con el I.C.E. por un año para entrenar en conocimiento del "controlador" a dos ingenieros de su departamento de generación para su mantenimiento.

Este proyecto que dió origen a CIBERTEC mereció el premio nacional de tecnología "Clorito Picado 1967".

CIBERTEC, al igual que el sastre que confecciona el traje a la medida, ha suministrado a Costa Rica las soluciones más apropiadas desde "relojes digitales controladores analógicos" hasta excitadores de plantas generadoras.

Haciendo uso óptimo de los recursos humanos nacionales calificados, se recupera la gran inversión y esfuerzo por parte del país en educación y que tradicionalmente han sido captados por países más desarrollados.

El diseño y construcción de equipos electrónicos, papel principal de CIBERTEC, representa la actividad más productiva dentro de esta industria, con un valor agregado sin precedentes, que significa un gran impacto en el desarrollo económico del país.

Entre otros trabajos realizados por CIBERTEC están:

El sistema de transferencia de órdenes por medio de radio y PLC "Power Line Carrier" a la Planta Hidroeléctrica de Corobicí.

Diseño de tarjetas de aislamiento galvánico analógico, mediante luz, con lazo externo pasivo, "nuestra patente en los Estados Unidos de América".

Las tarjetas electrónicas "RDTMF", que, entre otras ventajas actualizan a las centrales telefónicas electromecánicas, capacitándolas para recibir marcación por tonos de multifrecuencia.

El sistema de teleconferencia del B.C.I.E.

El sistema electrónico de elevadores del Hotel Aurola, "quizá el proyecto más complejo que haya ejecutado CIBERTEC".

Excitador electrónico para la Planta de Barro Morado, Cartago.

Gracias al plan de desarrollo del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, CIBERTEC desarrolló un sistema electrónico de electrocardiografía, que por ser digital permite interfazarse mediante "modems" a puertos serie de computadores, ya sea para transmisión remota a centros de análisis o bien para proceso por medios computarizados.

Los automatismos de arranque y paro de las unidades generadoras del proyecto hidroeléctrico "Ventana Garita", además de la medición remota de los niveles del embalse de la toma de agua del río Virilla. El embalse de San Miguel, Tanque de Oscilación sus señales, alarmas y controles de la casa de válvulas.

El sistema controlador remoto y de medición de niveles de tanques de la red de distribución de aguas del SNA, hoy ICAA, está actualmente en proceso de desarrollo.

Máquinas procesadoras de canje para el Banco Anglo Costarricense.

Relojes digitales calendario electrónico para la tarifación telefónica en horas

nocturnas y días feriados. "RC4".

Sistema módulo centralizador y procesador de alarmas del sistema de comunicaciones del I.C.E., en proceso de adjudicación.

La empresa estadounidense "American Telephone and Telegraph" AT&T y Transoceanic Corp. han contratado a CIBERTEC la construcción de 24 traductores de señalización bidireccional CCITT Nº 5 / R2 de nuestro diseño, para que los instalemos en la Central Internacional de Guatemala "Guatel"; con nuestro éxito prometen un mercado alagüeno.

Este hecho, por ser la AT&T dueña de los Laboratorios Bell "inventora del transistor" es como si se le vendiera whisky a los escoceses.

En general, gracias al advenimiento de los circuitos integrados, se ha dado vuelta al mercado tradicional, en donde Costa Rica ha vendido materia prima barata, y luego compra los productos ya terminados, como es el caso del cacao y los chocolates, ahora podemos comprar "chips" que constituyen materia prima barata y vendemos equipos terminados de alto valor agregado. Por ejemplo en el proyecto de los traductores de multifrecuencia vendidos a U.S.A., por ser este equipo tan especializado solo se requirió importar componentes cuyo costo no sobrepasó el 12% del valor final; en esta negociación el 88% ha sido valor agregado costarricense.

Sin duda la experiencia en el caso de CIBERTEC, nos debe dirigir para alcanzar nuevos horizontes, e igual que sucedió en Suecia cuando se desarrolló el gran mercado de las centrales telefónicas electromecánicas que dieron estabilidad al país, Costa Rica debe impulsar el campo de la microelectrónica y así junto con otras metas alcanzar su desarrollo económico.

T E M A

LOS DESECHOS DEL CAFE.

UNA SOLUCION A NUESTROS PROBLEMAS

FECHA:

21 de octubre de 1986

EXPOSITOR:

ING. KENNETH RIVERA

LOS DESECHOS DEL CAFE,
UNA SOLUCION A NUESTROS PROBLEMAS

I INTRODUCCION

Durante más de 200 años el café, junto con la carreta y el trapiche, han dejado sus huellas impresas en nuestra historia. Su influencia marcó, con la apertura de las exportaciones del "café oro", una introducción al desarrollo de la cultura artística y literaria; al desarrollo regional; al desarrollo arquitectónico; a la reedificación de ciudades; al establecimiento de hospitales y de universidades; a la inmigración de célebres personajes en la cultura, la medicina, la ingeniería, la filosofía, la educación y al establecimiento del Teatro Nacional. Es decir, que el café fue y sigue siendo hoy día, un factor multiplicador de desarrollo en el campo social económico y político del país.

Por otro lado, el café representa el principal ingreso de divisas y de generación de empleos en la actualidad, razón por la cual, la enorme importancia que reviste esta agroindustria, con sus beneficios y con sus problemas, que ameritan que se enfoquen desde el punto de vista de problemática nacional, todas las derivaciones que implican su cultivo, su industrialización, su disposición de desechos, su torrefacción y su exportación. En el año 1981 se exportó 105 mil toneladas, con un valor de US\$241.1 millones, mientras que en año 1985 fueron de 135 mil toneladas, con un valor de US\$299,6 millones. Cada día producimos más. El rendimiento por área es uno de los mayores del mundo. Pero siempre, encontramos hambre y desnutrición. Por lo que el aprovechamiento de los residuos es una de las soluciones que nos quedan.

El objetivo de esta presentación se enmarca, dentro del aprovechamiento de los desechos de café, los cuales representan alrededor del 80% del peso de la fruta, los cuales podrán, en el momento de que sean industrializados, ser una fuente de materias primas que nos sirvan para desarrollar al País, por un lado, y por otro, el de ayudar al saneamiento ambiental, el cual se encuentra muy afectado por los molestos desechos de la principal actividad del agro costarricense.

II LOS DESECHOS DEL CAFE

De acuerdo con las costumbres tradicionales, el café en Costa Rica se mide en una unidad conocida como "fanega", la cual equivale a un peso promedio de 250 kilogramos de "café cereza". Por cada fanega que se recolecta, se producen:

105 kilogramos de pulpa o "broza",
30 kilos de mucílago,
10 kilos de pergamino,
60 kilos de aguas de secado, y
45 kilos de "café oro"

Para el proceso se necesitan, además de 1250 litros de agua, ya que el agua es el medio de transporte, de lavado y de selección de las cerezas. Como se puede observar, más del 50% lo representan los molestos desechos sólidos (la broza) y los desechos líquidos (las mieles), los cuales son depositados en nuestros ríos o se dejan fermentar al aire libre, lo que provoca el más serio problema de contaminación ambiental de nuestro país. El aumento en el volumen de las cosechas de café durante los últimos veinte años, sumado al crecimiento de la población urbana y agravado por la disminución del caudal de nuestros ríos, ha ido acentuando día con día la magnitud del problema, a los que los pueblos solicitan soluciones.

III IMPACTO ECOLOGICO DE LOS DESECHOS

Corrientemente, en la mayoría de los beneficios de café del País y de todos aquellos otros países que tienen el sistema de "beneficiado húmedo", las aguas mieles y el mucílago son descargados en los ríos. Si tomamos en consideración la producción de café nacional, del año 85, la cual fue de 3.3 millones de fanegas, el volumen de desechos líquidos representó alrededor de 3 millones de metros cúbicos, que demandaron una carga orgánica de 11 millones de DBO (demanda bioquímica de oxígeno), semejante a las necesidades de oxígeno de 2 millones de personas. Por otro lado, la pulpa o broza, se deja fermentar en espacios abiertos, en donde crecen moscas, zancudos y otros insectos, para lo cual, se tiene que tratar con sustancias químicas costosas e importadas ó aplicar las medidas que dictan la Ley General de

Salud, las cuales también son caras. El costo promedio del tratamiento depende de la ubicación del beneficio de café, pero en promedio, este representa más de Q20 millones de colones por año. Si tomamos, de nuevo en consideración la cosecha del año 85, se produjeron más de 270 mil toneladas métricas de pulpa ó broza del café.

IV SOLUCION AL PROBLEMA

Una de las soluciones para un país que no produce las materias primas que necesita para su desarrollo y normal funcionamiento, es el aprovechamiento integral de sus productos y subproductos, como el instrumento que tiene más a mano, para producirlos. Es decir, darle un mayor valor agregado a su producción, optimizando los costos de esa producción, mediante una utilización racional y eficiente de sus activos: la tierra, el ser humano y la tecnología. Sin embargo, solo lo podrá lograr, mediante:

- a) un desarrollo tecnológico apropiado,
- b) una toma de conciencia de los sectores políticos y productivos del País, y
- c) una financiación adecuada.

En el caso de no contarse con una estructura de investigación adaptada al medio, y si nos convertimos en copiadore de lo realizado en otros países, seguiremos dando vueltas y sufriendo el serio problema: el desarrollado impone sus reglas de juego. Por otra parte, sin una planificación adecuada y sin el apoyo institucional, el movimiento evolutivo será muy lento y a veces se detendrá, para convertirse en investigaciones de papel, con esfuerzos, tanto humanos como financieros desaprovechados, que los subdesarrollados no podemos darnos ese lujo. Resulta evidente, que es necesario llegar a un consenso político para repartir equitativamente los ingresos que se puedan en el futuro derivar, y por otro lado un control del uso intensivo de la tierra, de la distribución del suelo, de la contaminación ambiental, de la transmisión de enfermedades y que se impidan cambios en la estructura social, que induzcan a los agricultores a emigrar a las ciudades y al desempleo.

Los beneficios que se obtendrán a muy corto plazo y de un enorme efecto multiplicador positivo, son entre otros:

- a) sustitución de materias primas de origen externo,
- b) un valor agregado a la producción alta,
- c) beneficios en la balanza de pagos,
- d) generación de empleos,
- e) desarrollo regional, y
- f) desarrollo de tecnologías propias.

V APROVECHAMIENTO DE DESECHOS DEL CAFE

De acuerdo con las investigaciones realizadas hasta el presente, se han podido identificar los productos o materias primas no tradicionales que se pueden obtener de los desechos del café:

- a) materias primas para nutrición animal,
- b) materias primas para la industria farmacéutica,
- c) materias primas para la industria de alimentos, y
- d) materias primas para la industria biotecnológica.

En Costa Rica, se instaló la primera planta industrial de tratamiento de la pulpa de café en el mundo, la cual da servicio de recolección de 40 mil toneladas métricas de desechos del Valle Central. La materia prima que produce (la pulpina), se le utiliza en nutrición animal. No solo se le procesa, sino que mediante investigación aplicada se ha podido demostrar cual es el uso técnico recomendado, ya uno de los problemas más agudos en toda investigación, no lo consiste en producir algo, sino más bien en cómo se usa. De acuerdo con las investigaciones el producto se puede utilizar en vacas lecheras hasta en 20%, en aves en un 5% y en cerdos en un 7.5%, del total de la ración a consumir. Es muy significativo el contenido del aminoácido lisina de 0.6% (bs) y del aminoácido metionina de 0.34% (bs). El contenido de proteína es de 10.5% y el de la fibra de 22.4%. Todos los conocimientos se han probado durante los últimos 7 años. De acuerdo con los estudios realizados de mercado, Costa Rica consume 287 mil toneladas de concentrados para animales, desglosados de la siguiente manera:

vacas en producción	25.8%
vacas secas	15.4%
terneras	3.1%
pollos de engorde	23.3%
aves ponedoras de huevos	21.1%
cerdos	11.3%

De la cantidad anotada, el 60% de las materias primas son importadas razón por la cual no podemos competir con el mercado internacional. Esta es una justificación más de la necesidad de producir en el País materias primas, a partir de los desechos del agro.

Con referencia al valor teórico de todos los productos o materias primas no tradicionales que se podrían producir, sin considerar los gastos de tratamiento de los desechos por año, el monto sería de US\$42.9 millones, repartidos así:

pulpina (30 mil TM)	\$ 4.6 millones
pectina (2.6 mil TM)	\$ 20.0 millones
cafeína (1.5 mil TM)	\$ 15.0 millones
proteína (5 mil TM)	\$ 1.8 millones
alcohol (2 millones gal)	\$ 1.5 millones

Como se puede observar esta suma representaría el 20% del valor de las exportaciones del café. Mediante un desarrollo apropiado, con los canales institucionales necesarios, y con una financiación adecuada, estaríamos ante una verdadera revolución: la cafequímica. Costa Rica explota su tierra para obtener divisas. El agro es una máquina no eficiente. De los ingresos de las exportaciones, básicamente atendemos a nuestros acreedores. La posibilidad de ser eficientes, nos llevará a recibir más y poder atender los compromisos contraídos.

VI ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE LA CAFEQUIMICA

Con base en lo expuesto anteriormente, se necesitaría de una planificación cuidadosa y laboriosa, para llegar al desarrollo total y ponerlo en práctica en todo el

País para lo cual es conveniente;

- a) Aprovechar todos los conocimientos desarrollados hasta la fecha en la industrialización de la pulpa de café, para beneficiar a todo el País de los avances de la tecnología y la descontaminación que provoca los desechos del café.
- b) Instalación de otras plantas en los sectores de Turrialba, Pérez Zeledón, Palmares, Naranjo, entre otros, a la espera del desarrollo de otras zonas que muestren una expansión del cultivo y del beneficiado.
- c) Instalación de la primera parte de la planta cristación de la cafeína, con el fin de profundizar en los conocimientos tecnológicos y de mercadeo internacional. Una vez concretada esta etapa, proseguir con otras plantas en la instalación de sistemas de extracción de cafeína, ya sea para cristalizarla en esas unidades o de centralizar la producción en algún punto equidistante y rentable.
- d) Proseguir con la investigación en otros derivados mediante políticas contempladas en los planes nacionales de desarrollo en Ciencia y Tecnología, Planificación Nacional, del Ministerio de Agricultura y del Ministerio de Salud, apoyados por el ICAFE, del CONICIT y el sector Privado, entre otros.

VII RESULTADOS ESPERADOS

Llevando a cabo el plan nacional de utilización de los desechos del café, se derivarían los siguientes resultados, a mediano y corto plazo:

- a) se atendería el 60% de cosecha nacional de café,
- b) se ahorrarían por año Q20 millones de gastos de tratamiento químico o de disposición de los desechos del café,
- c) se invertirían Q220 millones, fuera del Valle Central, promoviendo el desarrollo regional,
- d) se producirían 16 mil toneladas de materias primas para nutrición animal,
- e) se generarían salarios por Q30 millones por año fuera del Valle Central,

- f) se exportarían tecnologías fuera del País
- g) se estimularía a los inversionistas locales a invertir en proyectos de nuevas tecnologías y de desarrollo, y
- h) se exportarían materias primas no tradicionales.

VIII CONCLUSIONES

- a) El café ocupa el segundo lugar en el mercado internacional, en cuanto a transacciones comerciales.
- b) Los desechos del café, que se pueden industrializar, representan más del 60% del peso de la fruta madura, y son uno de los contaminantes mayores de nuestros ríos, a los que los pueblos exigen soluciones.
- c) La tierra la utilizamos para obtener divisas. Es una máquina productora de mercaderías. Los ingresos provenientes de ellas son para atender a nuestros acreedores, básicamente.
- d) Es necesario que exista concenso nacional, para aprovechar los desechos, mediante un desarrollo tecnológico apropiado, una concientización de los sectores políticos y productivos y una financiación adecuada, que permitan aprovechar racionalmente y eficientemente esta riqueza, mediante una diversificación de los productos que se puedan obtener en el futuro.
- e) Es necesario llegar a un entendimiento de carácter político, para lograr una justa repartición de los ingresos que se deriven en el futuro, y por otro lado en controlar el uso intensivo del agro que ocasiona la destrucción del suelo, la contaminación ambiental, la transmisión de enfermedades y que se impidan cambios en la estructura social, que motiven a nuestros agricultores a emigrar a las ciudades y al desempleo.
- f) Es necesario institucionalizar, mediante modificaciones a la legislación actual, para que los subproductos del café sean considerados dentro de los proyectos nacionales prioritarios, y que no solo que se queden en el papel, para que se importen los equipos necesarios libres de todo gravámen, se protejan las producciones obtenidas y se fomenten el uso de las tecnologías apropiadas a los otros núcleos cafetaleros, eliminándoles la contaminación y promoviendo el desarrollo regional.
- g) Es necesario continuar con la investigación, para determinar las tecnologías

apropiadas que puedan aumentar el valor agregado a nuestras producciones de café, diversificando la obtención de productos con los mismo costos de producción y recolección del fruto maduro.

TEMA

COSTA RICA Y LA ENERGIA ATOMICA
EN EL SECTOR SALUD

FECHA:

28 de octubre de 1986

EXPOSITOR

DR. ALVARO ORTIZ ORTIZ

ESQUEMA

COSTA RICA Y LA ENERGIA ATOMICA

EN EL SECTOR SALUD

- I. Explicación del esquema de la plática y justificación del ordenamiento escogido.
- II. El pasado y ausencia de profundización en la investigación del área de la Salud.
- III. Historia de las Instituciones Internacionales, Nacionales y primeros pasos.
- IV. Principios físicos elementales.
- V. Presentación de técnicas en Medicina Nuclear y extrapolación a la Veterinaria-Proyección en pantalla de técnicas.
- VI. Presente y proyección al futuro de la Medicina Nuclear Costarricense perspectivas y esperanza.
- VII. Errores cometidos en programas de Costa Rica relacionados con la Salud.
- VIII. Qué hacer?
- IX. Conclusiones con respecto a ésta y otras conferencias del CONICIT.

COSTA RICA Y LA ENERGIA ATOMICA

EN EL SECTOR SALUD

I. Explicación del esquema de la plática y justificación del ordenamiento escogido.

La conferencia no puede ser solamente un recuento de hechos históricos, tenemos que explicar también principios físicos, técnicas usadas, métodos de captación de la Radioactividad y posibilidades diagnósticas, especialmente en el campo de la medicina.

II. El pasado y ausencia de profundización en la investigación del área de la salud.

La trágica explosión de las Bombas Atómicas en Hiroshima y Nagasaki y sus muertos, hacen que el hombre empiece a pensar positivamente en investigación tendiente a aliviar el dolor humano.

Antes de esto y después de los descubrimientos de los esposos Curie, solamente el Radium ha sido maligno. Ni siguiera la radioactividad natural y posteriormente la radiactividad artificial en el 32 por Irene Curie y su esposo han servido de seria partida para iniciar esta investigación.

La guerra hace iniciar estas actividades de investigación por médicos y físicos y se crea en las Naciones Unidas una Agencia llamada Organismo Internacional de Energía Atómica para el desarrollo y promoción de los usos pacíficos de la Energía Atómica y naturalmente, (y en primer lugar), en favor de la salud del hombre.

III. Historia de las Instituciones Internacionales, Nacionales y primeros pasos.

Se crean comisiones de Energía Atómica en los diferentes países del mundo para actuar como puentes entre Instituciones Nacionales y el Organismo Internacional de Energía Atómica.

La Comisión de Costa Rica se forma en la década del 50 pero no logra funcionar.

En la década del 60 se le da contenido económico a la Comisión, se redacta la Ley de Usos Pacíficos de la Energía Atómica y se inician las primeras investigaciones en los campos de la Salud, la Agricultura, la Veterinaria, especialmente.

En todos estos años se actúa dogmáticamente siguiendo el consejo y la orientación de el Organismo Internacional de Energía Atómica y sus consultores no solamente para asegurar su asistencia sino también para no cometer graves errores en una nueva disciplina tan importante.

En Costa Rica se inician programas de investigación sobre: fertilizantes y forrajes para ganado. En la Universidad de Costa Rica estas actividades se inician bajo la dirección del Dr. Hernán Fonseca Zamora.

En Medicina y con la Caja Costarricense de Seguro Social el Dr. Julian Peña Chaves, inicia un servicio en Medicina Nuclear en el Hospital Central de la Caja Costarricense del Seguro Social.

En el Hospital San Juan de Dios y con la ayuda del Organismo Internacional de Energía Atómica y diversas entidades nacionales e Internacionales se crea el Servicio de Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios bajo la dirección del Dr. Alvaro Ortiz.

La década del 70 es muy rica en obtención de becas en todos los campos; se llevan a cabo múltiples consultorías con personalidades científicas prominentes en el mundo entero, orientando programas coordinados con el Organismo Internacional de Energía Atómica, especialmente con la Universidad de Costa Rica y el Servicio Medicina Nuclear del Hospital San Juan de Dios.

Se crea el Centro de Protección contra las Radiaciones Ionizantes, que protege al personal humano laborante. Esto en coordinación con la Oficina Panamericana Sanitaria.

Muchos instrumentos prestados por esas Agencias permanecen para siempre en nuestro país; como consecuencia del buen uso y resultados obtenidos con estos por el personal costarricense.

Desgraciadamente se pierde información rica en todos los programas de la década del 80 pues se dice que en la Secretaría de la Comisión es laborioso encontrarlas.

Los errores cometidos en estos años se comentarán posteriormente.

Providencialmente está recién electo en la Comisión el Dr. Enrique Góngora para restablecer contacto con las Instituciones laborantes.

IV. Principios físicos elementales.

- a) Descripción elemental del átomo y su núcleo.
- b) Neutrones son determinantes en cuanto a estabilidad o radioactividad de los átomos.
- c) Las radiaciones son Alfa, Beta y Gama, de las cuales las Gama son las más usadas en medicina. Naturaleza de radiación gama y de emisiones alfa y beta.

d) Instrumentos de detección de radiactividad para la investigación: cristal de yoduro de sodio, tubo fotomultiplicador y contadores de beta con líquidos fluorescentes.

V. Presentación de técnicas en Medicina Nuclear y Extrapolación a la Veterinaria-Proyección en pantalla de técnicas.

- Gamagrafía:

celebral

tiroidea

cardíaca

pulmonar

ósea

hepática

vesicular

esplénica

renal

venosa

injertos

- gamagrafía dinámica computarizada:

cerebral

cardíaca

renal

arterial

- ultrasonido

- radioinmunoanálisis

- radiofarmacia

- control de calidad.

VI. Presente y proyección al futuro de la Medicina Nuclear Costarricense perspectivas y esperanzas.

VII. Errores cometidos en programas de Costa Rica relacionados con la salud.

VIII. Qué hacer?

IX. Conclusiones con respecto a ésta y otras conferencias del CONICIT.