

# HACIA LA INTERDISCIPLINARIEDAD Y LA TRANSDISCIPLINARIEDAD EN LA ENSEÑANZA Y LA INNOVACION

Erich Juntsch  
Austria

Del libro: *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades*. Apostel, Léo, Guy Berger, Asa Briggs y Guy Michaud. ANUIES (para la traducción al español), 1a. reimpresión, 1979, pp 110-141.

## 1. Ciencia y finalidad del hombre

Apenas acababa de terminar el borrador de este trabajo, cuando tuve el privilegio de recibir una copia del manuscrito que el profesor Piaget escribió para este seminario.<sup>1</sup> Permítaseme comenzar, por tanto, mi propio trabajo, con algunas referencias a sus reflexiones, pues hasta cierto punto estoy profundamente de acuerdo con ellas. Sin embargo, también me siento animado a arriesgarme a ir más allá y considero que mi posición será mucho más clara si intento señalar el lugar preciso en el que abandono la plataforma erigida por las reflexiones del profesor Piaget tal como yo interpreto dichas reflexiones.

El profesor Piaget se declara valerosamente en contra del positivismo que aún predomina en las ciencias universitarias más todavía en Europa que en América-, así como contra la finalidad y la estructura de la universidad; conduce su disertación de un mundo de hechos empíricos hacia otro de relaciones inteligibles, y hace del estudio de las interacciones estructurales el centro de la actividad científica. Este pensamiento es fascinante porque extiende el concepto de sistemas-que me parece incluso más rico que las “estructuras” del profesor Piaget-de los dominios biológicos y sociales a la ciencia en general. Paralelamente a esta noción de la ciencia en tanto que sistema, emite la hipótesis de que la objetividad no reside en los hechos, sino en las relaciones que se encuentran en la realidad. Esta es también la base sobre la que se ha establecido la teoría de sistemas.

El profesor Piaget habla de relaciones causales y las califica incluso de necesarias, lo cual parece implicar que él considera a tales relaciones como dinámicas, y que cree en la existencia de un telos, o incluso una finalidad. ¿Pero qué es este telos o finalidad de la ciencia? ¿Es inherente a la “evolución interna” de las ciencias, como parece pensar el profesor Piaget? ¿Significa esto que la finalidad está situada en Dios, o simplemente en la naturaleza misma? ¿O-y en este punto empieza mi divergencia con los argumentos del profesor Piaget-no es cada vez más claro que el hombre, a través de la ciencia y la tecnología, se ha convertido en el principal “actor” cibernético de nuestro planeta, y que el intento por construir racionalmente configuraciones ecológicas nuevas y dinámicas le impone también la principal responsabilidad de este propósito?

En esta discusión, el problema central es decidir si la ciencia y su sistema interno, o “estructuras” de relaciones, es independiente de los propósitos humanos o sociales; o si existe un lazo de retroalimentación que los una. Pero al reconocer que la mente humana no sólo puede afianzar hechos científicos, sino también estructuras científicas, únicamente a través de lo que podemos llamar modos antropomórficos de organización, hemos aprendido una parte de la respuesta y también hemos aprendido que estos modos no son ni isomórficos y ni siquiera inequívocos cuando son aplicados a las estructuras de la realidad, tal como nosotros entendemos estas estructuras. La física moderna trata básicamente sobre la creación de modelos antropomórficos de una estructura “inhumana” de la realidad.

---

<sup>1</sup>Jean Piaget “La Epistemología de las Relaciones Interdisciplinarias”, p.153.

La otra parte de la respuesta, relativa a la retroalimentación entre la organización y la dinámica sociales por un lado, y la ciencia por el otro, empieza hoy a tener una formulación tentativa con la emergencia del “hombre tecnológico” (Ferkiss) y los primeros rasgos de una sociedad postindustrial, enfrentada a una creciente complejidad e incertidumbre, y a una problemática mundial aparentemente vaga, pero inquietante. Hasta hace poco, tal retroalimentación sólo en ocasiones había sido explícitamente reconocida en las teorías de la ciencia y en la planeación científica. A mi me parece que el “estructuralismo” antipositivista del profesor Piaget puede pertenecer a una u otra de las concepciones tradicionales de la ciencia: la ciencia como un objetivo fundamental de la sociedad; una expresión cultural autónoma (lo que modifica la concepción secular de la ciencia como expresión individual creadora comparable a las artes); o la ciencia como un gasto social fijo, puesto que “subyace a todos los objetivos de la sociedad y debe, en consecuencia, realizarse en una estructura organizacional que esté modelada sobre la estructura conceptual del conocimiento”.<sup>2</sup>

Quienes hoy se esfuerzan por profundizar en el acercamiento sociológico de la ciencia, elaborado por Karl Mannheim en su *Wissenssoziologie*, y por concebir a la ciencia dentro del marco de una “construcción social de la realidad”, emplean generalmente un acercamiento fenomenológico que no alcanza a percibir un sistema dinámico de ciencia e innovación basado sobre un objeto preciso. Y lo mismo sucede con la observación de Lévi-Strauss sobre un cierto paralelismo entre la estructura de la ciencia y el comportamiento de las sociedades. La mayoría de estos intentos tratan de preservar a la ciencia como una abstracción “neutra”. Los pioneros de una sociología crítica (por Ej.: H. Marcuse), quienes reconocen la dinámica de la innovación social y el papel de la ciencia como ejemplos de actividad humana, desdeñan todo el potencial humano que a través del sistema global de ciencia e innovación, intenta dirigir la realidad social hacia un fin.

Alvin Weinberg, quien propuso recientemente una visión de la ciencia como un costo fijo de orden técnico destinado a metas sociales, reconoce explícitamente, y por primera vez, una relación de retroalimentación entre la ciencia y la innovación social, y sugiere una reorganización de la actividad científica que esté de acuerdo con las metas sociales reconocidas. John Platt<sup>3</sup> ha puesto dramáticamente esta tesis en un primer plano. Esta reorganización toma la forma de acercamientos interdisciplinarios normativos, aunque fragmentados, como explicaremos más adelante en los capítulos tres y cuatro. Existe el peligro de querer resolver este problema a través de un acercamiento directo (sin relación con los sistemas), como aquel que ha demostrado ser tan fructuoso cuando se trata de lograr objetivos puramente tecnológicos, y dejar así de lado el hecho de que la mayoría de los problemas sociales están ligados a los sistemas.

Un acercamiento a los sistemas -como el que proponemos aquí- consideraría sobre todo a la ciencia, la educación y la innovación, como ejemplos generales de actividades humanas orientadas hacia un objetivo, y cuya interacción dinámica ejerce una influencia dominante sobre el desarrollo de la sociedad y su ambiente. El conocimiento sería visto aquí con una manera de hacer, “un cierto modo de dirigir los asuntos” (Churchman). De tal acercamiento es razonable esperar que puedan surgir, entre otras cosas, una nueva política y nuevas estructuras para la universidad. Estos cambios constituyen las respuestas a la situación específica en la que actualmente se encuentran la sociedad y la ciencia, y estarán sujetos a modificaciones permanentes. De hecho, esta política y estas nuevas estructuras deberán ser concebidas, explícitamente, con el propósito de que su capacidad innata para cambios flexibles responda a una evolución dinámica, en la cual la ciencia quizá no desempeñará siempre el papel que hoy tiene.

El dilema es el siguiente: ¿desde qué perspectiva debemos tratar de explicar las estructuras de la ciencia, desde la de Dios o desde la del hombre? ¿Cuál es la tarea principal del hombre al ocuparse de la ciencia, la percepción o la creación? Queremos un Mozart o un Beethoven-la imagen del hombre en Dios, o la de Dios en el hombre-Palestrina o Wagner-la estructura significativa o la estructura de un apasionado significado individual? ¿Es necesaria la elección? ¿Hay, en realidad, una elección?

---

<sup>2</sup>Harvey Brooks, “¿Puede planearse la ciencia?”, aparecido en *Problems of Science Policy*, OECD, París, 1968. Este ensayo discute las teorías convencionales de la planeación científica.

<sup>3</sup>John Platt, “Lo que debemos hacer” en *Science*, No.166 (1969), p. 1115.

La respuesta es que no existe solución al dilema, el cual quizá constituye una de las paradojas principales con las cuales tenemos que aprender a vivir y que también amplían el significado de la vida humana. La condición humana de la era científico-técnica puede encontrar, una vez más, su última expresión en el espíritu de la antigua tragedia griega, en la que el hombre adquiere su total libertad creativa al hacer propias las “estructuras” (no sólo las leyes) impuestas por los dioses, con lo cual puede actuar así con un fin.

Así pues, parece pertinente desarrollar aquí una perspectiva que complemente la búsqueda del profesor Piaget de una realidad en las estructuras de la ciencia, y traer a primer plano la ciencia en las manos de Prometeo. No hay ninguna contradicción profunda entre estas dos tesis en tanto que ninguna de ellas sea considerada como absoluta. No hay un sistema único de la ciencia, hay tantos sistemas como la suma de objetivos. Ningún objetivo único podrá nunca prevalecer sobre los otros, y, ciertamente, desde que la humanidad entró en su fase de evolución sicosocial, la “finalidad humana no coincide con la finalidad de la naturaleza”. Si los elefantes, los pájaros y los insectos tuvieran ciencia, desarrollarían, todos ellos, sistemas de ciencia muy diferentes a los del hombre, puesto que sus objetivos son obviamente diferentes. El estado “neutral” sería la ecología natural, la cual hemos abandonado irreversiblemente a través del empleo de la ciencia y la tecnología.

Creo que el rasgo más esencial de ambos trabajos, el del profesor Piaget y el mío, yace en nuestra consideración de la interdisciplinariedad, la transdisciplinariedad y los principios de organización que modifican actualmente los conceptos, los principios, los límites y los puntos de unión de las disciplinas. Para el profesor Piaget, esta política y estas estructuras nuevas crean una cooperación disciplinaria al mismo nivel jerárquico; para mí, una coordinación orientada hacia un fin desde un nivel superior. No estoy seguro, sin embargo, de que el concepto del profesor Piaget no incluya también una coordinación no aparente y ad hoc desde un nivel superior, a través de una axiomática común. En ambos acercamientos, la inter y la transdisciplinariedad actúan como principios inductivos; en el del profesor Piaget, gracias a estos principios, el hombre percibe los sistemas; en el mío, los crea.

La tarea de tratar de identificar y delinear una base de valores y un objetivo para el sistema dinámico de la ciencia es sólo responsabilidad mía. Para hacer esto, adoptaré, en primera instancia, la creación de un mundo antropomórfico como marco general para los valores que van a intervenir; identificaré a la autorrenovación como el objetivo de la educación y tras esto demostraré que es posible tener una visión de la ciencia, la educación y la innovación como un sistema integrado.

Según mi parecer, estas hipótesis establecen un válido punto de partida para la concepción de un sistema de ciencia/educación/innovación, que podría ser considerado como adecuado para la situación dinámica actual de la humanidad; situación que según Julian Huxley, constituye el quinto gran “umbral” en la evolución sicosocial de la humanidad.

Toda forma de organización orientada hacia un propósito, implica la introducción de principios normativos y pragmáticos que sobrepasan la noción tradicional de la ciencia empírica y la ciencia empírica conceptual. Qué parte del sistema de ciencia/educación/ innovación es aceptada con el nombre de ciencia y cuál no lo es, no tiene ninguna importancia. Lo importante es que la ciencia sea reconocida como parte de la organización humana y social. Esta visión sistemática global nos permite entonces discutir el papel y la estructura de la universidad en términos significativos, y formular conceptos operacionales de inter y transdisciplinariedad como nociones clave para la nueva universidad.

## 2. EDUCACION PARA LA AUTORRENOVACION<sup>4</sup>

Vivimos en un mundo de cambio, cambio voluntario, así como transformaciones provocadas por presiones crecientes que están más allá de nuestro control y que estamos aprendiendo gradualmente a distinguir unas de otras. Nosotros somos voluntariamente los arquitectos de este cambio al perseguir objetivos de crecimiento de acuerdo con principios de política y acción que tienden a endurecerse y, por tanto, a preservar las estructuras y las instituciones inherentes a nuestro sistema social. Por lo general no tratamos realmente de cambiar los sistemas mismos. Sin embargo, por su propia naturaleza, nuestra acción en favor del cambio, por conservadora y lineal que sea, suscita presiones crecientes en favor de cambios estructurales en los sistemas y, en particular, en sus modelos institucionales.

Nos desconcierta la súbita aparición de tales presiones en favor de una transformación de la enseñanza, presiones que provienen tanto de la agitación estudiantil como de la convicción de que la educación actual ya no corresponde a lo que debería ser. Nos inquietan los degradantes efectos secundarios de la tecnología sobre los sistemas de la vida humana tanto en las ciudades como en el medio natural. Y nos asaltan las dudas acerca de la efectividad de los procesos de toma de decisiones, dominados por un pensamiento lineal y de corto alcance, y la reacción fragmentaria y pasiva de los hombres de ciencia y los ingenieros. A través de sus tres funciones -educación, investigación y servicio-, la universidad es afectada profundamente por todas estas presiones para el cambio. Vivir con ellas, absorberlas y aun hacer uso de ellas, requiere un nuevo propósito y una nueva estructura para la universidad.

Los cambios estructurales tienen que ser introducidos dentro de la universidad y, a la larga, en las relaciones de ésta con los varios elementos de la comunidad que la rodea y con la sociedad en general. El agudo e inquietante argumento que esgrimen los estudiantes activistas, de que la reforma universitaria implica inherentemente una reforma de nuestra sociedad, no puede ser negado. Pero de todas las instituciones que actualmente han sido puestas en tela de juicio, es la universidad la que está llamada a encabezar este proceso: ninguna otra institución está mejor calificada o más legítimamente designada para ello.

Es necesario enfrentar las causas y no los síntomas. La preocupación general que inspira la universidad, sobre todo en lo que concierne a los estudiantes, no puede ser resuelto con remiendos y estrategias de componenda que simplemente absorban los golpes. Ninguno de los problemas que se plantean está claramente definido, y el método mismo de resolver los problemas por turno y en orden secuencial no tiene sentido actualmente. Para nuestra pragmática y eficiente sociedad que valora el “saber hacer” por sobre todas las cosas, tal problemática es sentida como un “choque cultural” .

La obra por realizar es nada menos que construir una nueva sociedad, a la cual será necesario dar nuevas instituciones. Habiéndose vuelto la tecnología el agente más poderoso para el cambio en nuestra sociedad, las batallas decisivas serán ganadas o perdidas según que tomemos o no en serio, el desafío de reestructurar los “sistemas mixtos ” de la sociedad y la tecnología; es decir, los sistemas que conjuntamente constituyen la sociedad y la tecnología: sistemas de vida urbana, de control y conservación del ambiente, de comunicación y transporte, de educación y salud, de información y automatización, etc. El resultado de estas batallas dependerá, sobre

todo, de la capacidad y la imaginación de las personas que estén en las instituciones clave que tienen que ver con la ciencia y la tecnología: el gobierno en todos sus niveles jurisdiccionales, la industria y la universidad. Tales instituciones han adquirido recientemente alguna habilidad en la invención, planeación y diseño de sistemas técnicos complejos. Más que nada, nuestra propensión para moldear activamente nuestro futuro dependerá de la medida en que, y de la rapidez con la cual, estas instituciones clave-o instituciones totalmente nuevas que reemplacen a las actuales-adquieran la capacidad para tratar efectivamente con sistemas, de una manera integradora, es decir, que tome en cuenta sus dimensiones sociales, económicas, políticas, tecnológicas,

---

<sup>4</sup>Esta parte, así como la número 5 fueron tomadas de un trabajo intitulado Integrative Planning for the “Joint Systems” of Society and Technology-the Emerging Role of the University. El estudio fue patrocinado por el Massachusetts Institute of Technology, en donde el autor estuvo trabajando durante la primavera de 1969. Extractos substanciales de este trabajo fueron publicados bajo el mismo título en *Ekistics*, 28, No. 168 (Nov. 1969), y una traducción integral al italiano en *Futuribili*, No. 15 (1969), también existe una traducción íntegra al alemán, aparecida en el *I B B Bulletin* (Viena, 1970).

sicológicas, antropológicas y otras. En lugar de formar para carreras y profesiones bien definidas y trazadas sobre un solo carril (imitando las habilidades existentes), necesitaremos un tipo de educación que fomente el discernimiento en situaciones complejas y dinámicamente cambiantes. En lugar de contribuir a realizar investigaciones especializadas y fragmentarias, y de desempeñar un papel pasivo de consulta, la universidad deberá actuar activamente en la planeación de la sociedad y, en particular, en la planeación de la ciencia y la tecnología al servicio de la sociedad.

Por tanto, el papel de liderazgo que se exige a la universidad en este vasto proceso de cambio institucional y social, proceso reforzado por las crecientes crisis y presiones, se deriva de su potencial único para mejorar la capacidad de la sociedad para renovarse continuamente.

Este papel no incluye únicamente la función de educación, sino todas sus funciones básicas: educación, investigación y servicio. La alarmante ruptura entre la finalidad y la operación de estas funciones, ruptura cada vez más visible en la universidad de hoy, tiene su origen en la crisis por la que ésta atraviesa. Tal crisis oscurece la finalidad general de la universidad.

La autorrenovación, la nueva finalidad de la universidad, implica un cierto número de subdivisiones que corresponden a las principales características de las sociedades que tienen esta capacidad de renovarse, tal como esto ha sido enunciado por John Gardner:<sup>5</sup>

- Aumentar el pluralismo de la sociedad, dando libre curso a las energías creativas de la comunidad científica y tecnológica, así como a las de la gente joven, es decir, los estudiantes; no con el fin de resolver problemas, sino de contribuir en el proceso continuo de una profunda autorrenovación.
- Mejorar la comunicación interna entre los constituyentes de la sociedad, interpretándose unos a otros las implicaciones mutuas de la ciencia y la tecnología por una parte, y los objetivos sociales por la otra, y señalando los resultados a largo plazo de cursos alternativos de acción en el contexto de sistemas sociales concebidos ampliamente.
- Proporcionar una dirección positiva, por medio de la elaboración de objetivos comunes, del establecimiento de prioridades y de mantener esperanzado el espíritu, así como a través de la experimentación de planes e ideas y, sobre todo, de la educación de los hombres que serán los dirigentes de la sociedad.

El nuevo propósito implica que la universidad tiene que transformarse en una institución política en el sentido más amplio, que interactúe con el gobierno (en todos sus niveles jurisdiccionales) y con la industria, en la planeación y el diseño de los sistemas de la sociedad, y, en particular, que controle los resultados de la introducción de la tecnología en estos sistemas. La universidad debe comprometerse en esta tarea como una institución y no sólo a través de los miembros individuales de su comunidad.

La universidad debe volverse el centro estratégico de la sociedad en donde se investiguen las fronteras y los elementos de los sistemas ya reconocidos, o en vías de serlo, de la sociedad y de la tecnología, y es ella también la que debe preparar proposiciones alternativas para una planeación dirigida hacia un diseño estable, dinámico y saludable de tales sistemas.

Los cambios principales que esta nueva finalidad impondrá a la universidad, incluyen los siguientes:

- Una orientación dirigida principalmente hacia el diseño y el manejo, a un nivel superior, de los sistemas sociotécnicos; orientación que llevará, tanto a la enseñanza como a la investigación, a dar preponderancia a principios generales de organización y a métodos, más que al conocimiento especializado.
- Mayor énfasis a los trabajos de los estudiantes que tengan un objetivo determinado, que a la formación académica.

---

<sup>5</sup>John W. Gardner, *Self-Renewal: The Individual and the Innovative Society*, Harper and Row, New York, 1965; y las Godkin Lectures, Harvard University, marzo de 1969.

- Una organización por categorías orientadas hacia las consecuencias más que hacia los factores de producción de ciencia y tecnología, y atención particular a las repercusiones a largo plazo.

La parte 5 intentará delinear unas cuantas ideas sobre cómo podrían ser efectivamente introducidos estos cambios en la universidad.

Con esta nueva finalidad, las funciones universitarias de educación, investigación y servicio, que se han separado cada vez más, volverán a acercarse y de hecho se volverán una. Esta nueva unidad corresponde a una visión integral del sistema de educación e innovación, perspectiva que será desarrollada brevemente en el siguiente capítulo.

### **3. UN SISTEMA DE EDUCACION E INNOVACION DIRIGIDO HACIA OBJETIVOS**

Si se acepta que la educación es esencialmente educación para la autorrenovación de la sociedad, aquélla se vuelve un agente muy importante, o el más importante, de la innovación. Yendo más allá, podemos hablar de un sistema integral de educación e innovación en el que éstas se vuelvan aspectos de una sola y misma estructura de pensamiento y acción. Un sistema tal, constituye uno de los ejemplos más sorprendentes de la noción que se tiene de los sistemas, según una definición reciente: un sistema es una relación entre objetos descritos (o precisados, definidos) en función de conceptos de procesamiento de la información y de toma de decisiones (Mesarovic).

En este sistema, las disciplinas científicas o, más generalmente, educativas, se organizan de una manera particular que depende de la orientación normativa de la educación y la innovación. Los límites de estas disciplinas, sus puntos de unión y sus relaciones mutuas, ya no corresponden a un sistema a priori de la ciencia. Para enfatizar este punto de vista de un modelo de acción humana a diferencia de un modelo mecanicista- podemos hablar simplemente de un sistema de educación e innovación, en lugar de un sistema de ciencia/educación/innovación.

La figura I es un esquema de una organización de este tipo bajo la forma de un sistema jerárquico de niveles múltiples. El punto de vista que se toma aquí es el de un sistema constituido por la sociedad humana y su ambiente -un punto de vista partidario que nace de la hipótesis de que el hombre se ha vuelto el actor principal en el proceso de determinar y dirigir el sistema. Esto podría ser llamado el punto de vista antropomórfico, el cual por definición no puede ser “objetivo”. Ni tampoco sería posible, en absoluto, inventar la noción de un sistema integral de educación e innovación, sin tener también en cuenta una visión orientada hacia un objetivo y por tanto dinámica e intrínsecamente “subjetiva”.

La fragmentación tradicional del conocimiento y de la transmisión del conocimiento en una variedad de disciplinas se ha desarrollado desde otro punto de vista: el que sostiene que es posible llegar a una explicación mecanicista del mundo tal como éste es, si las observaciones empíricas se ordenan en un contexto lógico. Para Churchman, esta forma de ciencia es “simplemente una parte defectuosa de la organización social”. En materia de ciencia, la disciplinariedad es esencialmente un principio estático que pierde sentido cuando se la considera en el marco de un sistema que cuenta con objetivos. No es sorprendente que en estas condiciones, en las que la ciencia aparece cada vez más como un elemento fundamental, o incluso como una parte integrante de la acción humana creadora, exista una orientación creciente hacia los acercamientos más o menos interdisciplinarios. Sin embargo, no es todavía suficientemente claro lo que significa la interdisciplinariedad, ni las etapas intermedias que podrían conducirnos a ella.

En un sistema de educación e innovación dirigido hacia un objetivo, la interdisciplinariedad tiene que ser entendida como un concepto teleológico y normativo. Sobre todo, debemos preguntarnos: ¿cuál es el objetivo, la interdisciplinariedad? Este concepto comprende la organización de la ciencia hacia un fin; en otras palabras, la unión de niveles jerárquicos adyacentes en el sistema, tal como éste es esquematizado en la figura 1, con la intención de lograr una cooperación.

Con esta noción y con la introducción de un objetivo preciso, el sistema de educación/innovación que aparece en la figura 1, reviste un sentido específico desde el punto de vista de la teoría de sistemas. De otro modo, podría parecer, a primera vista, como un sistema estratificado en donde los distintos estratos significarían

niveles de abstracción. Cada estrato tendrá entonces su propio conjunto de términos, conceptos y principios, y al cruzar de un estrato a otro, en dirección hacia abajo, se obtendrían explicaciones cada vez más detalladas, en tanto que si se cruzara en dirección hacia la cúspide se obtendría una significación creciente. En muchos casos, la ciencia empírica ha sido desarrollada de este modo estratificado. Las ciencias biológicas, con sus estratos que van desde órganos y organismos hasta células e incluso moléculas, nos proporciona un ejemplo muy sugerente. Posiblemente las “estructuras” de la ciencia del profesor Piaget puedan también ser consideradas como correspondientes a este tipo de sistema estratificado en el que la interdisciplinariedad hace intervenir un estrato superior.

Sin embargo, en un sistema dirigido hacia un fin o que represente un modelo de acción humana, la interdisciplinariedad constituye un principio de organización que tiende a la coordinación, a dos niveles, de los términos, los conceptos y las configuraciones disciplinarias, lo cual es característica de un sistema de dos niveles y de objetivos múltiples.<sup>6</sup> La noción importante en lo que a este concepto se refiere es que con la introducción de vínculos interdisciplinarios entre niveles de organización, las disciplinas científicas definidas a estos niveles, cambian sus conceptos, sus estructuras y sus objetivos, y se ven coordinadas a través de una axiomática común-un punto de vista o un objetivo común.

Debemos hacer notar que los cuatro niveles jerárquicos representados en la figura 1, están subdivididos a su vez en una delicada estructura de subniveles. Por ejemplo, existen tales niveles entre tecnologías básicas y sistemas tecnológicos complejos, entre la física relativista y las macroteorías como la física nuclear. La noción de interdisciplinariedad puede también ser aplicada a vínculos entre estos subniveles, nexos que pueden establecerse a través de diferentes “bloques” de ciencia, como es el caso de la bioquímica, donde lo esencial es que una nueva axiomática común pueda ser introducida desde un nivel superior.



<sup>6</sup>Para los diferentes conceptos de sistemas jerárquicos ver: Foundations for a Scientific Theory of Hierarchical Systems, de M. D. Mesarovic y D. Macko, en L. Whyte et al (eds), Hierarchical Structure, American Elsevier, New York, 1969. Para un tratamiento riguroso de los sistemas de niveles múltiples, ver: Theory of Hierarchical MultiLevel Systems, de M. D. Mesarovic, D. Macko e Y. Takahara, en Academic Press, New York, 1970.

El último grado de coordinación susceptible de existir en el sistema de educación/innovación, coordinación que pudiéramos llamar transdisciplinariedad, no dependería solamente de una axiomática común derivada de una coordinación hacia un “propósito global del sistema”, sino también del reforzamiento mutuo de epistemologías en ciertas áreas. Lo que Ozbekhan llama cooperación “sinepistemológica” (synepistemic). Con la transdisciplinariedad, todo el sistema de educación/innovación estaría coordinado como un sistema de niveles y objetivos múltiples, e incluiría una multitud de sistemas interdisciplinarios coordinados de dos niveles, los cuales, naturalmente, serán modificados en el marco transdisciplinario. En el conjunto del sistema, los conceptos y principios de la transdisciplinariedad cambian significativamente cuando hay cambios en el “objetivo global del sistema” hacia el cual se dirige la función de coordinación de la “significación” que está en la cima del sistema representado en la figura 1. Por ejemplo, si pusiéramos en la cima de este sistema una noción de “progreso” (como es inherente al pensamiento cristiano), obtendríamos un sistema de educación/innovación totalmente distinto del que resultaría si partiéramos de una noción de equilibrio ecológico o de desarrollo cíclico (como es inherente al hinduismo y al budismo). En este punto, llegamos a las mismas encrucijadas que han salido al paso a todos los intentos de vislumbrar sistemas globales y de perfeccionarlos: no contamos con una comprensión profunda del objetivo y por tanto no sabemos muy bien hacia dónde orientar nuestro esfuerzo de organización. Sin embargo, no podemos esperar actuar con un propósito verdadero decir, administrar de manera significativa el sistema de educación/innovación con niveles y objetivos múltiples, si no buscamos y ponemos en juego valores, normas y una política para la humanidad, que guíen la educación y la innovación. Es por eso que nuestros mejores esfuerzos deben concentrarse sobre la estructura superior del sistema.

Así, en lo sucesivo, es posible definir las diversas etapas de la cooperación y la coordinación entre las disciplinas, tal como éstas son actualmente analizadas dentro de la perspectiva de la enseñanza superior, y al mismo tiempo identificarlas como principios de organización de sistemas jerárquicos cada vez más complejos, tal como se propone en el cuadro 1. Era necesario introducir aquí una nueva etapa intermedia que podríamos llamar tentativamente disciplinariedad cruzada (crossdisciplinarity), la cual amenaza ocultar un tanto las intenciones y las metas que nosotros buscamos para establecer formas más desarrolladas de coordinación. De hecho, la mayoría de los acercamientos considerados como “interdisciplinarios” son, cuando más, pluridisciplinarios o de disciplinariedad cruzada.

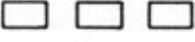
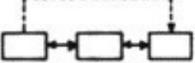
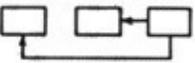
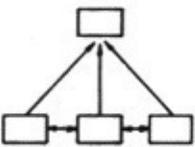
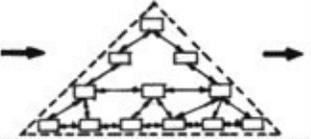
La multidisciplinariedad y la pluridisciplinariedad sólo realizan un agrupamiento, intencional o no, de “módulos” disciplinarios rígidos. La disciplinariedad cruzada implica un acercamiento a base de “fuerza bruta”, para reinterpretar los conceptos y las metas disciplinarias (axiomática) a la luz de un objetivo específico (propio de una disciplina), y para imponer una rígida polarización a través de las disciplinas que están en el mismo nivel. Sólo con la inter y la transdisciplinariedad puede “reavivarse” el sistema de educación e innovación, en el sentido de que los contenidos, estructuras y puntos de unión de las disciplinas, cambian continuamente a través de una coordinación dirigida hacia la consecución de un propósito común del sistema. Así pues, *la inter y la transdisciplinariedad se convierten en las nociones claves para intentar un acercamiento de análisis de sistemas, a la educación y la innovación.*

El sistema de educación e innovación representado en la figura 1, ha sido construido de abajo hacia arriba. Esto es inevitable, ya que en un sistema de niveles y de objetivos múltiples, los niveles de organización superiores no pueden lograr nada si no cuentan con las actividades de los niveles inferiores, de la misma manera que un director de orquesta no puede hacer nada sin ésta. Por otra parte, esto quiere decir que es necesario superar dos de los mayores obstáculos que yacen en el camino hacia la inter y la transdisciplinariedad: uno es la rigidez de las disciplinas, los conceptos y la axiomática disciplinarios desarrollados en los niveles inferiores; el otro es la aplicación de los conceptos y la axiomática de los niveles inferiores, a los niveles superiores. De hecho, como veremos rápidamente un poco más adelante, se trata de dos obstáculos muy serios que detienen la elaboración de una verdadera ciencia social y que paralizan los métodos aplicados actualmente para concebir una tecnología social interdisciplinaria.

A cada nivel, se identifica tentativamente un “lenguaje de organización”, noción que va más allá de la de un lenguaje simplemente expresivo o de la ciencia deductiva. Un “lenguaje de organización” juega el papel de un operador en la realización de una cooperación y una coordinación entre sistemas. Las matemáticas parecen

ser un operador más omnipresente en tanto que subyacen a una parte de los “lenguajes de organización”. Ciertamente hay “estructuras” implicadas en estos operadores, pero quizá sería más apropiado considerarlas como estructuras “antropomórficas” que como estructuras “objetivas”. Sería interesante llevar más allá el estudio de este problema basándonos en una organización de la ciencia que se dirija hacia un objetivo.

Cuadro 1.  
ETAPAS SUCESIVAS PARA INCREMENTAR LA COOPERACION Y COORDINACION EN EL SISTEMA DE EDUCACION/INNOVACION

	<i>Noción general</i>	<i>Tipo de sistema</i>	<i>Configuración del sistema</i>
Multidisciplinariedad .....	Una gama de disciplinas que son ofrecidas simultáneamente, pero sin hacer explícitas las posibles relaciones entre ellas.	Sistema de un solo nivel y de objetivos múltiples; no hay cooperación entre ellas.	
Pluridisciplinariedad .....	Yuxtaposición de varias disciplinas, normalmente al mismo nivel jerárquico, agrupación que permite un posible mejoramiento de las relaciones entre ellas.	Sistema de un solo nivel y de objetivos múltiples; existe la cooperación pero no la coordinación.	
Disciplinariedad cruzada (Crossdisciplinarity) .....	Axiomática de una sola disciplina que es impuesta a otras disciplinas que se encuentran en el mismo nivel jerárquico, lo cual crea una rígida polarización que pasa a través de las disciplinas en dirección a una axiomática disciplinaria específica.	Sistema de un solo nivel y un solo objetivo; se da un control rígido impuesto por un objetivo=disciplinario.	
Interdisciplinariedad .....	Axiomática común para un grupo de disciplinas conexas y que es definida en el próximo nivel o subnivel jerárquico superior, con lo cual se introduce una noción de objetivo; la interdisciplinariedad teleológica, actúa entre los niveles pragmático y empírico; la interdisciplinariedad normativa, entre los niveles pragmático y normativo; y la interdisciplinariedad objetivizada entre el nivel normativo y el dirigido hacia un objetivo.	Sistema de dos niveles y de objetivos múltiples; hay coordinación desde un nivel superior.	
Transdisciplinariedad .....	Coordinación de todas las disciplinas en el sistema de educación/innovación, sobre la base de una axiomática generalizada (introducida desde el nivel de los objetivos hacia abajo), y la aparición de un modelo epistemológico (sin "epistemológico").	Sistema de niveles y objetivos múltiples; hay coordinación hacia un objetivo común de los sistemas.	

El nivel empírico de la figura 1, cuyo “lenguaje de organización” es la lógica, puede ser subdividido en tres cuerpos científicos que han sido llevados hacia niveles superiores de conceptualización, a partir de una base de observación empírica y de una interpretación lógica:

- a) Las ciencias físicas con sus disciplinas tradicionales;
- b) Las ciencias de la vida, que tienen una posición especial y se extienden hacia ambos niveles, el empírico y el pragmático; desde el conocimiento básico hasta los complejos sistemas biológicos y algunas partes de la tecnología médica,y
- c) las ciencias síquicas, que comprenden la psicología y una gran parte de las ciencias del comportamiento, así como algunas manifestaciones de la percepción humana y de la expresión creativa, como las artes y las religiones.

Estas ciencias intentan describir el mundo tal como éste es y generalmente claman “objetividad”, un concepto que, cuando menos en el dominio de las sicociencias, es bastante incierto. Los tipos interdisciplinarios de coordinación teleológica han dado muy buenos resultados, sobre todo entre los diferentes niveles jerárquicos de las ciencias físicas, y entre las ciencias físicas y las ciencias de la vida (por Ej.: la bioquímica por una parte, y la biología molecular por la otra) y, hasta un cierto grado, entre las ciencias de la vida y las ciencias síquicas.

El *nivel pragmático*, con la cibernética la ciencia de la regulación y el control como el “lenguaje de organización” común, representa un nivel más elevado de organización y puede ser subdividido del siguiente modo:

- a) Tecnología física, que abarca muchos subniveles jerárquicos que van desde la tecnología básica sobre productos técnicos simples, hasta sistemas tecnológicos complejos y las interacciones funcionales de éstos con los sistemas sociales;
- b) la mayor parte de los sistemas de las ciencias de la vida y la ecología natural, los cuales han sido dominados con buenos resultados en el desarrollo de la tecnología agrícola, y
- c) la ecología social, o más simplemente la cultura, basada en las ciencias sicosociales, las cuales comprenden, entre otras, la historia, la sociología, la lingüística y la comunicación en general, los aspectos comunicativos de las artes, la microeconomía, la ciencia política (en su estrecho sentido pragmático), los aspectos culturales de la antropología y la ética individual nacional. Por otra parte, sólo debería existir una ciencia de ecología social que fuera aplicable de una manera pragmática.

Debido a uno de los dos obstáculos que acabamos de mencionar, la interdisciplinariedad no ha podido encontrar todavía una verdadera expresión en un nivel pragmático. El “método científico”, interpretado en un sentido estrecho, o la parte de este método que es empleada para defender el empirismo, ha sido transferido al nivel pragmático. En muchos casos, la tecnología física se desarrolló primero de la observación empírica y de la conceptualización y de principios operativos como los que encontramos en la máquina de vapor, la turbina de vapor y el avión, para mencionar sólo unos ejemplos. Pero todas estas tecnologías se convirtieron rápidamente en imbricaciones interdisciplinarias de varias ciencias físicas cuando surgió la necesidad de manipulabilidad y, por tanto, de una teoría. La medida en que la axiomática orientada hacia la tecnología “equilibró” los conceptos de la ciencia física, se demuestra al observar la ingeniería química, la física nuclear y el diseño de aviones y cohetes, en donde la compleja interacción de microfenómenos son vertidos en cómodas teorías macrofenomenológicas que se adaptan a la perfección a las necesidades de aplicaciones pragmáticas específicas de la tecnología.

En el área de la ecología social o de las ciencias sicosociales no hubo una adaptación tan rápida; ésta es la razón profunda que explica el retardo del que frecuentemente se acusa a las ciencias sociales. Como dice Churchman,<sup>7</sup> “quizá una de las manifestaciones más ridículas de las disciplinas de la ciencia moderna, ha sido la creación de las llamadas ciencias sociales”, que persiguen el mismo ideal mecanicístico del empirismo “objetivo” y la conceptualización, como hacen las disciplinas de las ciencias físicas. “En lugar de que la ciencia social se dividiera en disciplinas especiales, sería bueno reconocer que la ciencia social no es en absoluto una ciencia, a menos que se convierta en una parte natural de las actividades del hombre social.” Más que nada, esta ciencia debería expresar las capacidades de la libertad, la creatividad y la responsabilidad humanas. En lugar de esto, particularmente en los Estados Unidos, tal ciencia está infectándose cada vez más con los conceptos reduccionistas de las ciencias del comportamiento. Ni la vieja escuela analítica de las ciencias sociales, ni la nueva escuela fenomenológica, nos dicen cómo debemos conducir nuestra vida social, y más bien tienden a desanimarnos en cuanto a desarrollar una ciencia social pragmática o normativa, es decir, que obedezca a una jerarquía de valores, y nos hacen creer que la ciencia social es intrínsecamente rica en datos, pero pobre en teorías. El vigoroso desarrollo de una sociología crítica ha incrementado nuestra comprensión de las interrelaciones entre la tecnología y la ciencia social, pero todavía no nos proporciona elementos útiles para poder construir una ciencia social normativa.

El *nivel normativo*, con la planeación como su “lenguaje de organización”, tiene que ver con el diseño de sistema sociales y pone en primer plano los sistemas sociales o la tecnología ecológica, en su sentido más amplio. Tal nivel tiene como fundamento aquello que Churchman llama “la ética de los sistemas totales”, y se ramifica en varios aspectos de la tecnología y de los sistemas sociales como son el derecho, la macroeconomía y la innovación institucional. Converge típicamente sobre grandes sistemas sociales y sistemas constituidos

---

<sup>7</sup>C. West Churchman, *Challenge to Reason*, MacGraw Hill, New York, 1968.

por el hombre y su ambiente, sobre la equística (ekistics) y sobre toda una variedad de “sistemas mixtos” de hechos sociales y tecnológicos. En este nivel, pocos de los dominios han encontrado un marco válido en este sentido, quizá la equística sea la más avanzada y los conceptos contemporáneos de derecho y macroeconomía difícilmente responden al reto interdisciplinario que les ofrece la era científico-tecnológica. Es en este nivel donde se despliega la amplia conceptualización del papel activo que juega el hombre al darle forma a su propio futuro y al de su planeta.

Finalmente, el nivel de los objetivos (o nivel de significación) hace intervenir los valores y la dinámica de los valores, a través de la acción recíproca de dominios como el de la filosofía, las artes y las religiones, al estructurar de un modo interdisciplinario algunos de los dominios en el nivel normativo. El “lenguaje de organización” en este nivel debería ser la antropología entendida en su sentido más profundo, como la ciencia que indica cómo crear un mundo antropomórfico y de qué modo puede volverse capaz la humanidad de sobrevivir a ambientes dinámicamente cambiantes. El hecho de que la mayor parte de la antropología de hoy sea sólo una ciencia empírica del comportamiento, ilustra drásticamente la confusión que se ha creado en la ciencia moderna, confusión debida al postulado cultural tradicional del “conocimiento per se”, y el énfasis correspondiente que se otorga al empirismo. Naturalmente, a través de una serie de “elevaciones” interdisciplinarias de sus conceptos, las ciencias síquicas y sicosociales tendrán que suministrar importantes bases para la creación de la nueva antropología.

En el sistema de educación e innovación esbozado en la figura 1, no tiene sentido discutir qué es lo que debería ser llamado ciencia y qué no debería serlo. En un sentido estrecho y positivista, la noción de ciencia sólo se aplica al nivel más bajo del sistema. Que esta ciencia sea organizada y coordinada de nuevo por la ciencia o por categorías de pensamiento y acción bautizadas con otros nombres, es un asunto de definición arbitraria. Lo esencial es que la organización y coordinación inter y transdisciplinaria de la ciencia son necesarias si la educación y la innovación van a orientarse hacia la autorrenovación de la sociedad.

Los “lenguajes de organización” horizontales; la lógica, la cibernética, la planeación y la antropología, citados por orden de sistematización creciente, se entrecruzan con los “lenguajes de organización” verticales de la teoría general de los sistemas (deductiva) y la teoría de la organización (inductiva). Si el sistema de educación/innovación es considerado como un sistema que se basa sobre el objetivo de autorrenovación de la sociedad, como fue indicado anteriormente, deberíamos, como dice Ozbekham,<sup>8</sup> “ser capaces de investigar de una manera más ordenada de la que hasta ahora ha sido posible, independientemente de que las metodologías provenientes de la antropología y la teoría general de sistemas las cuales tratan fenómenos que pertenecen a grupos completos no pudieran ser fraguadas en una estructura metodológica aplicable a la planeación”. Con una tal estructura para la planeación, sería entonces posible unir los niveles normativo, pragmático y empírico, de una manera interdisciplinaria, y desembocar finalmente en una genuina cooperación transdisciplinaria, es decir, que administrara el sistema de educación e innovación de una manera integral.

#### 4. EXPERIMENTOS UNIVERSITARIOS EN INTERDISCIPLINARIEDAD NORMATIVA

¿Hasta dónde ha llegado la universidad en el camino que lleva hacia el sistema de educación e innovación? Ciertamente no muy lejos. En particular, la función educativa de la universidad no ha sido capaz de ajustarse a las exigencias de la organización interdisciplinaria que sobrepasan el nivel de la tecnología elemental. En muy buena parte, la educación tecnológica está todavía categorizada por disciplinas y departamentos: “Ingeniería Mecánica”, “Ingeniería Eléctrica”, “Química”, etc. Tal fragmentación ha provocado dos consecuencias graves. Una es la escisión entre la educación y las funciones de investigación de la universidad en los niveles de una organización interdisciplinaria superior, aspecto que empieza a transformarse en un problema que está a nivel de sistemas técnicos complejos; en estas áreas, la investigación y el desarrollo de la universidad son crecientemente concebidos y ejecutados fuera de las estructuras educacionales. El énfasis que las universidades norteamericanas le han dado a las investigaciones espaciales y de la defensa, ha agravado más esta situación.

<sup>8</sup>Hazan Ozbekham, “On some of the Fundamental Problems”, en *Planning Technological Forecasting*, Vol. 1, No. 3 (marzo de 1970).

La otra consecuencia es una creciente desproporción entre la educación de la ingeniería y las exigencias de la industria, esta última está reorganizándose a sí misma en función de tareas que implican un sistema tecnológico e incluso sociotecnológico. En las universidades contemporáneas o los institutos tecnológicos, la tecnología de las computadoras y de la información están aún incluidas bajo la rúbrica de “ingeniería eléctrica” o, cuando más, han sido colocadas en nuevos Departamentos de Ciencia de la Computación, los cuales enfatizan el producto -la computadora- y no el papel que ésta juega en la sociedad. La creciente “alienación” de los estudiantes, de los dominios de estudio tecnológicos y científicos, tanto en los Estados Unidos como en Europa, es un aspecto de esta incapacidad de las estructuras educativas para adaptarse a tipos de organización que se dirijan hacia un objetivo.

El lamentable estado de las ciencias sociales tiene pocas oportunidades de mejorar rápidamente en tanto los departamentos convencionales de ciencias sociales continúen tratando con la sabiduría convencional de las ciencias sociales empíricas o del comportamiento. No obstante, algunos programas universitarios innovadores, en particular los que se dirigen a estudiantes aún no graduados, están preparando el camino hacia una ciencia social significativa, pragmática y normativa. Un buen ejemplo de esto son los Theme College of Community Science and Creative Communication, de Green Bay, en la Universidad de Wisconsin. Una influencia más significativa puede venir de los programas de educación e investigación orientados hacia los sistemas, como son los centros o departamentos de estudios urbanos, regionales y del ambiente; es posible que tales centros creen sus propios acercamientos a las ciencias sociales si terminan por considerar que las ya existentes son irrelevantes para el diseño de sistemas sociales.

Mientras tanto, el lado social del sistema de educación e innovación da lugar a un cierto número de acercamientos de disciplinarietàad cruzada, que tienen en común el hecho de que no reconocen el carácter sistemático de la ciencia y la tecnología como aspectos integrales de los “sistemas mixtos” de la sociedad y la tecnología. Uno de los intentos más notables de polarización en una disciplinarietàad cruzada es la reformulación de la administración, la planeación y la organización, incluso explícitamente de la planeación para el cambio en función de conceptos empíricos y reduccionistas de las ciencias aplicadas del comportamiento. Otras tentativas de disciplinarietàad cruzada que intentan imponer los conceptos particulares de una disciplina a todo un nivel del sistema de educación e innovación, encuentran su punto de partida en las ciencias económicas. Los criterios puramente económicos y de métodos lineales (la econometría, por ejemplo) son aplicados a la investigación y al desarrollo, a la educación, y ahora también a los problemas del ambiente y a aspectos de los sistemas sociotecnológicos, los cuales serán sometidos a un acercamiento puramente económico que emplea nociones de economía y deseconomía. Tal parece que ya se hubiera olvidado el reciente y drástico fracaso de explicar o al menos de describir, en términos disciplinarios, la “desviación tecnológica”, fenómeno que realmente procede de los sistemas: desviación de las economías o de los intercambios internacionales, desviación de los mercados, desviación de patentes y permisos, desviación del desarrollo tecnológico, desviación de la administración, desviación de la educación, etc. La creencia de los economistas en la supremacía de su disciplina y la facilidad con la que esta pretensión es admitida en un mundo materialista, constituye uno de los principales obstáculos que impiden abordar la educación y la innovación desde el punto de vista de los sistemas.

La mayoría de los experimentos universitarios actuales emprendidos por el lado social del sistema de educación e innovación, y que se manifiestan por medio de estructuras como las de las grandes escuelas de administración, los programas de política pública o los programas de ciencias políticas, son esencialmente acercamientos de disciplinarietàad cruzada. Un buen ejemplo de esto es el programa de posgrado en administración pública que instituyó la Universidad de Harvard en el otoño de 1969. El programa está estructurado en cuatro partes principales: métodos analíticos, teoría económica, métodos estadísticos y análisis político, y emplea los “módulos” existentes de conceptos y métodos (principalmente pertenecientes a la economía y a la ciencia política). El postulado implícito en todas estas tentativas de disciplinarietàad cruzada es que es posible encontrar una exposición razonada a la cual puedan estar supeditadas las ciencias “exactas” (hard) y la tecnología, sin ser, sin embargo, una parte integrante. En otras palabras, la ciencia y la tecnología están consideradas como herramientas “neutrales” que pueden ser empleadas para cualquier fin y que implican una fe indefectible en la resolución secuencial de problemas. El “tejido sin costuras” (Ferkiss) en el que se ha

transformado la sociedad humana bajo el imperio de la tecnología, no puede ser comprendido de este modo.

Una aproximación menos pretenciosa consiste simplemente en identificar acercamientos metodológicos que impliquen tipos de cooperación pluridisciplinarios, interdisciplinarios y de disciplinariedad cruzada, y enseñarlos como parte de un “lenguaje común”. Algunas universidades, sobre todo en los Estados Unidos, han introducido recientemente un cierto número de cursos en técnicas de previsión, como parte del “lenguaje de planeación”. En algunos seminarios también se discute la planeación normativa en toda su amplitud y el análisis de sistemas.

La interdisciplinariedad teleológica está bien establecida en las estructuras de educación e innovación en los modernos institutos de tecnología y en las estructuras de investigación de las universidades (pero no generalmente en las estructuras de educación). Nuestro seminario examinará algunos de estos ejemplos. Pero no es en esta primera etapa que, cuando más, liga los niveles empírico y pragmático y en tanto que todavía hay mucho que hacer en el lado social del sistema de educación e innovación, donde se puede establecer una correspondencia con el estado actual de la humanidad. Esto será más bien en la etapa inmediatamente superior, en donde se ligan los niveles pragmático y normativo del sistema de educación e innovación.

Los primeros acercamientos a la interdisciplinariedad normativa se hacen visibles cuando los temas básicos de la sociedad o las áreas necesitadas son reconocidas y aceptadas en la perspectiva de una reorganización fundamental de las disciplinas educativas y de investigación implicadas. En estos acercamientos se integran las ramas científico-técnica y sicosocial del sistema de educación e innovación. Es obvio que esto sólo puede ser intentado por universidades que cuenten con estructuras muy desarrolladas en ambas ramas. La discusión sobre si las universidades deberían ocuparse de la tecnología, o de si los institutos tecnológicos deberían adoptar las ciencias sociales -discusión que en Europa está todavía polarizada por la distinción entre la cultura técnico-científica y la cultura humanista (las “dos culturas” de C. P. Snow)se resuelve cuando se abordan los sistemas desde el punto de vista normativo. Por otra parte, esta concepción de dos culturas es uno de los obstáculos más difíciles, que encuentra la universidad para llevar la interdisciplinariedad hasta el nivel normativo.

Algunas estructuras universitarias que corresponden a este acercamiento se han orientado hacia la función educativa. Algunos ejemplos significativos y a gran escala son:

- La escuela (college) de ciencias agronómicas y del ambiente, en el campo Davis de la Universidad de California, organizada en cinco grandes áreas de sistemas y que al estudiar los problemas del ambiente, incluye un acercamiento que toma en cuenta los sistemas.
- Las escuelas (colleges) de ciencias del ambiente, biología humana, ciencias de la comunidad y comunicación creativa, en el campo universitario de Green Bay en la Universidad de Wisconsin: cursos dirigidos por el momento a estudiantes no graduados y programas de posgrado en preparación.
- El programa sobre ciencias del ambiente e ingeniería que existe en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Columbia en Nueva York.
- La escuela de altos estudios sobre el ambiente humano, cuya creación está prevista en el campo universitario Madison de la Universidad de Wisconsin.
- Una universidad de planeación (o de diseño del ambiente) en Solothurn, Suiza, actualmente en una etapa preparatoria.

Otras estructuras se concentran principalmente en la investigación y con frecuencia asumen la forma de centros interdisciplinarios donde profesores y graduados que han ejercido sus carreras “formales” en departamentos tradicionales, pueden encontrar un “segundo hogar” y algunos fondos para hacer investigaciones. Como ejemplo citaremos varios centros de estudio de urbanismo: el Centro Mixto Harvard/MIT de estudios urbanos; el Programa de Harvard sobre Tecnología y Sociedad; el Centro de Investigaciones sobre la Utilización de Conocimiento Científico de la Universidad de Michigan en Ann Arbor; el Centro para el Estudio de

la Ciencia y los Problemas Humanos, de la Universidad de Columbia, y el Programa de Estudios Políticos en Ciencia y Tecnología de la Universidad George Washington. Un campo especial de la investigación (Sonderforschungsbereich), “planeación y organización de sistemas sociotecnológicos”, acaba de ser propuesto en la República Federal Alemana y pronto podría ser establecido en una o dos universidades que fueran elegidas para intentar un acercamiento “focal”. El punto débil de muchos de estos centros yace en una actitud pasiva que no intenta organizar y estimular la investigación sobre los problemas planteados por los sistemas en el grado en que esto es necesario, dado el carácter complejo e interdisciplinario de tales investigaciones. En cierta medida, puede observarse que las ciencias sociales tienden a imponer subrepticamente una cierta dominación, incluso una disciplinabilidad cruzada, que deforma un poco el objetivo inicial.

Entre los pasos más significativos tomados en favor de la interdisciplinabilidad normativa, están los programas universitarios experimentales que intentan un acercamiento integrado de educación/investigación/servicio. Los departamentos convencionales de ingeniería podrían comprometerse en una “evaluación tecnológica” (es decir, practicar predicciones tecnológicas en un contexto de sistemas sociales), como ha sucedido en la Universidad de California (UCLA) en los Angeles. En cierta medida, las facultades y departamentos de arquitectura, de planeación urbana y regional y de diseño del ambiente, siempre han estado explícita o implícitamente, orientados hacia los sistemas y se han desarrollado parcialmente hacia la interdisciplinabilidad normativa que trata con áreas importantes de la tecnología social. El centro de Equística de Atenas, con su mezcla internacional de estudiantes, puede servir como pequeño pero estimulante ejemplo de un acercamiento verdaderamente interdisciplinario de un sistema de educación/investigación/servicio, que incluye el nivel normativo. Citamos a continuación otros experimentos con una orientación más general:

- Estudios de diseño de sistemas específicos sociotecnológicos, dentro del programa de Estudios especiales en ingeniería de sistemas, en el Massachusetts Institute of Technology (MIT); el Proyecto Metran (un sistema integrado de transportación humana), y el Clideway System Concept (sistema interurbano de transportación de alta velocidad) lograron un impacto considerable al estimular la reflexión y el desarrollo de herramientas (hardware) y sistemas concretos; el segundo planteamiento, por ejemplo, relacionado con el proyecto de transporte del MIT, sobre un sistema de transportación terrestre de alta velocidad para el noreste de los Estados Unidos, se convirtió en la base de un vasto proyecto descentralizado de nivel nacional.
- El programa sobre ciencia, tecnología y sociedad que fue recientemente instaurado en la Universidad de Cornell.
- El programa de posgrado en aplicación social de la tecnología del MIT, que se propone empezar en grande en el verano de 1971.
- El centro de estudios superiores (aún en planeación) un centro de estudios de sistemas, un centro de estudios sobre el ambiente y un centro de estudios sobre transformación de la energía, los cuales fácilmente podrían fusionarse en el Hartford Craduate Center, del Instituto Politécnico Rensselaer.
- El programa de ingeniería de sistemas ambientales, de la Universidad de Pittsburgh.
- El centro de estudios sobre el ambiente de la Universidad de Wisconsin, el cual también desarrollará programas educativos.

Habitualmente estas estructuras experimentales tienen su propio cuerpo de profesores y han sido concebidas desde el principio como el núcleo de estructuras innovativas más grandes; incluyen ya muchos elementos de los departamentos orientados hacia una función y también, en cierta medida, el diseño de laboratorios de sistemas que se propone en el siguiente capítulo.

Por otra parte, la grandiosa idea de fundar en Europa una universidad internacional de estudios de posgrado para el estudio de sistemas -idea desarrollada por un comité internacional -fracasó debido a la falta de imaginación, en el momento en que los gobiernos, y a través de ellos, las confederaciones industriales, se vieron

involucrados. Sin embargo, lo que será el Instituto Internacional para la Administración de la Tecnología (IIMIT) en Milán, Italia, ha sido ya aprobado por los gobiernos europeos y proporcionará cursos de estudios con duración de seis semanas, a altos funcionarios públicos y a dirigentes de empresas industriales.

Pero en el nivel más alto de los experimentos universitarios, no se ha encontrado todavía ninguna liga interdisciplinaria que pueda unir el nivel normativo con el nivel de objetivos (purposive level). Lucha actual para la innovación se lleva a cabo una etapa más abajo entre el nivel pragmático y el normativo. Sólo unos cuantos programas han intentado un modesto comienzo de instauración de cursos y seminarios sobre valores y la dinámica de éstos; pero tales programas no son lo suficientemente imaginativos. La interdisciplinaria dirigida hacia un objetivo (purposive interdisciplinarity) correspondería al vínculo de retroalimentación entre los valores y la planeación normativa, entre el significado antropomórfico y el diseño de sistemas sociales. Tal vínculo interdisciplinario jugaría un papel decisivo en la formación de una nueva antropología que tuviera que ver con las condiciones para la acción y la supervivencia en las sociedades industriales y postindustriales, una nueva perspectiva para la creatividad humana en las artes y en la planeación, una nueva comprensión de los elementos que componen las imágenes que guían las políticas sociales desde las imágenes arquetípicas de C. G. Jung sobre valores explícitos, hasta las complejas anticipaciones del futuro. Tal liga interdisciplinaria proporcionaría sentido y criterios al nivel de diseño de sistemas sociales..

## 5. UNA ESTRUCTURA TRANSDISCIPLINARIA PARA LA UNIVERSIDAD

La característica esencial de un acercamiento transdisciplinario es la coordinación de actividades en todos los niveles del sistema de educación e innovación, hacia un objetivo común. Pero incluso las propuestas más imaginativas para las nuevas estructuras y los nuevos modelos curriculares universitarios, se quedan cortas en la concepción de un tal esquema de coordinación, quizá porque aún nos falta una clara visión de la finalidad de la universidad. En este capítulo me esforzaré por esbozar brevemente una estructura transdisciplinaria de la universidad, idea que he concebido pensando en la evolución futura del Massachusetts Institute of Technology.<sup>9</sup> Puede decirse que la estructura fundamental de la universidad transdisciplinaria reposa esencialmente sobre las acciones recíprocas y la retroalimentación entre tres tipos de unidades, cada una de las cuales incorpora su propia versión de la función unificada de educación, investigación y servicio.

- Los laboratorios de diseño de sistemas (en particular, laboratorios de diseño de sistemas sociotecnológicos), intentarán fusionar elementos de las ciencias físicas y sociales, la ingeniería y la administración, las ciencias biológicas y las humanidades, el derecho y la ciencia política. Sus tareas no estarán claramente definidas, más bien les serán asignadas varias áreas amplias como “Sistemas Ecológicos en Ambientes Naturales”, “Sistemas Ecológicos en Ambientes Organizados por el Hombre”, “Sistemas de Información y Comunicación”, “Sistemas de Transportes y Comunicaciones”, “Sistemas de Salud Pública”, “Sistemas de Vida Urbana”, “Sistemas de Educación” y otros del mismo orden. Estas vastas áreas pueden y deben sobreponerse entre sí. Además del diseño y la modificación de sistemas específicos, estos laboratorios estarán encargados de establecer previsiones a largo plazo y de identificar aspectos y linderos de los sistemas que emergen de la simulación de situaciones dinámicas complejas. Igualmente estarán a cargo de la elaboración de sistemas exploratorios y experimentales a escala reducida y ofrecerán a los especialistas una movilidad de empleo que los ayude a autorrenovarse.
- Departamentos orientados hacia las funciones; su tarea será considerar, desde el punto de vista de los resultados obtenidos, las funciones que asume la tecnología en los sistemas sociales y tratar con flexibilidad una variedad de tecnologías particulares que podrían contribuir a desempeñar una misma función. Algunos ejemplos de estas funciones son: “alojamiento”, “distribución urbana”, “generación, transmisión y difusión de energía”, “automatización y control de procesos”, “tecnología educativa”, “telecomunicaciones”, “información tecnológica”, “distribución y producción de artículos alimenticios”, etc. Estas funciones están mucho más claramente definidas y forman “módulos” más estables que los

---

<sup>9</sup>Ver nota No. 4 de la Segunda Parte (p. 114). Las opiniones del autor no son necesariamente las del Instituto.

sistemas sociotecnológicos a los que pertenecen, a la vez que constituyen categorías de necesidades que evocan la respuesta de diferentes opciones tecnológicas. Pensar en función de estas categorías implica una ruptura con el carácter lineal de la evolución de algunas tecnologías específicas, y una visión constantemente orientada hacia un futuro a más largo plazo. Situada en el marco de estas funciones ejercidas en la sociedad por los sistemas, la educación estará cada vez mejor adaptada a su función social y la industria se verá progresivamente llevada a adoptar un cuadro análogo de organización.<sup>10</sup> Además de la elaboración de opciones tecnológicas, actividades que son inherentes a estas funciones, estos departamentos procederán esencialmente a un análisis de sistemas de los efectos directos e indirectos que han resultado de la elección de tecnologías particulares destinados a responder a las necesidades de los dominios mencionados. Se trata de un género de predicciones que podríamos llamar predicciones tecnológicas, entendido esto en su sentido más amplio, y de una evolución de la “efectividad de los sistemas” propios de ciertas tecnologías dentro del contexto de sistemas sociales.

- Departamentos orientados hacia el estudio de una disciplina. Estos serán de un tipo más familiar pero tendrán un alcance un poco diferente y comparativamente más pequeño y más directamente enfocado sobre el potencial interdisciplinario (“valencia”) de las disciplinas. Estos departamentos serán creados principalmente para las disciplinas científicas básicas que pertenecen al nivel empírico del sistema de educación e innovación, y para las ciencias estructurales, e incluirán campos nuevos como el de la ciencia de la computación o informática.

Estas tres capas de la estructura organizacional convergen sobre la coordinación interdisciplinaria en los niveles objetivizado/normativo, normativo/pragmático y pragmático/empírico del sistema de educación e innovación. El acento está puesto aquí sobre la unión binaria de niveles, es decir, sobre métodos y principios de organización interdisciplinaria más que sobre la substancia: los conocimientos acumulados en los diferentes niveles del sistema. La figura 2 demuestra esquemáticamente el modo en que las estructuras de la universidad interdisciplinaria se relacionan con los niveles de los sistemas de educación/innovación. Una universidad tal aumentará la dinámica interna “vital” del sistema y la autorrenovación de la sociedad.

Distintamente a nuestras estructuras universitarias actuales, que se centran en un grado excesivo sobre el conocimiento per se y (en las disciplinas tecnológicas) sobre el “saber cómo” (“know-how”), los departamentos orientados hacia las funciones enfatizarán el “saber qué” (“know-what”) cualidad que Norbert Wiener ha antepuesto claramente al “saber cómo”, y los laboratorios de diseño de sistemas enfatizarán el dinámico “saber dónde” (“know-where-to”), condiciones previas que se imponen si queremos realizar nuestras ambiciones de tomar parte activa en la configuración de nuestro futuro. Por su parte, los departamentos orientados hacia el estudio de una disciplina adoptarán un nuevo y consciente acercamiento hacia el “saber por qué” (“know-why”) más que hacia el “saber cómo”, y enfatizarán la investigación de las posibilidades y las limitaciones de la elaboración de sistemas, en particular de los “sistemas mixtos” de la sociedad y la tecnología. Es razonable esperar que este acercamiento produzca una actitud totalmente distinta, en particular en cuanto a las ciencias de la vida, las cuales estarán entonces relacionadas, sobre todo, con las interacciones de retroalimentación entre el hombre y su ambiente.

La interacción de retroalimentación entre los tres tipos de unidades estructurales en la universidad transdisciplinaria está esbozada en el cuadro 2. Como estas estructuras coordinan pares de niveles de sistemas de un modo interdisciplinario, también están coordinadas en su trabajo entre sí con los laboratorios de diseño de sistemas, los cuales están encargados de la coordinación de los departamentos orientados hacia las funciones y los orientados hacia las disciplinas.

De este modo ya podemos vislumbrar una universidad en la que algunos estudiantes pasarán sólo a través de los departamentos orientados hacia las funciones y hacia las disciplinas, en tanto que otros lo harán a través de los tres tipos de unidades estructurales. A medida que estos últimos se acerquen a sus estudios de posgrado y doctorado, el énfasis de su formación irá alejándose paulatinamente de los departamentos orientados hacia las funciones y hacia las disciplinas, y acercándose a los laboratorios de diseño de sistemas. Simultáneamente,

---

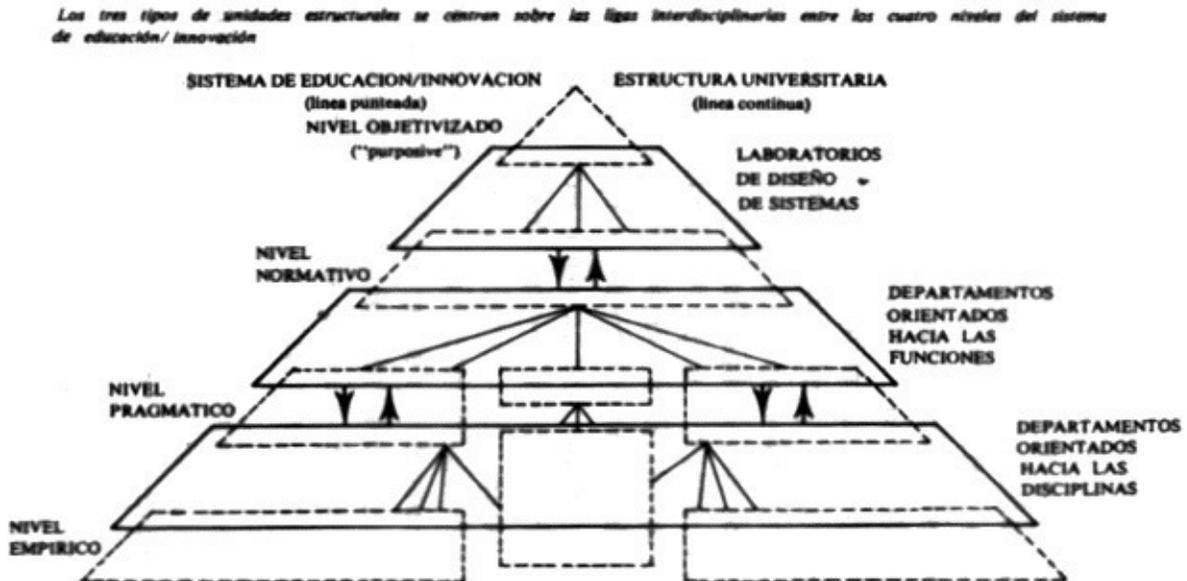
<sup>10</sup>Erich Janstch, “New Organisational Forms for Forecasting” en *Technological Forecasting*, Vol. I, No. 2 (otoño de 1969).

cada vez estarán más comprometidos con un trabajo tecnológico dirigido hacia un propósito determinado, trabajando en ecología social y en el diseño y modificación de verdaderos sistemas sociotecnológicos; trabajos que se transformarán en ocupaciones de tiempo completo (y de paga completa) en tanto tales estudiantes llevan a cabo su trabajo de doctorado. Las fases de trabajo y de “absorción” pueden alternarse de modo que la necesidad de un aprendizaje teórico sea acrecentada y guiada por el trabajo práctico. En esencia, los estudiantes no pasarán a través de estos tipos estructurales en forma secuencial, sino que interactuarán simultáneamente con ellos durante sus estudios.

Este tipo de universidad formará personas con una educación muy variada; desde personal científico especializado o científicos e ingenieros orientados hacia las funciones y misiones tecnológicas, hasta personal de la más alta preparación como son los ingenieros de sistemas sociotecnológicos. Estos laboratorios de diseño de sistemas también desempeñarán un papel importante en la educación continua de profesionistas, quienes probablemente volverán a la universidad en cantidades mucho mayores a las actuales.

No es descabellado pensar que la estructura de tres niveles delineada anteriormente, le dará a la función educativa una flexibilidad mucho mayor en muchos aspectos: para ofrecer educación especializada, así como general (pero nunca superficial), para cambiar de rumbo, para participar en diferentes proyectos concretos ya diferentes niveles cualitativos, para combinar la educación de estudiantes con la de adultos, para estimular las cualidades profesionales y aquellas que corresponden a los papeles de los dirigentes y para ofrecer una educación engranada a varios tipos de carreras en los sectores público y privado.

**Figura 2. ESTRUCTURA DE UNA UNIVERSIDAD TRANSDISCIPLINARIA**



Cuadro 2.

**MODELO DE LAS ACTIVIDADES PRINCIPALES EN LA UNIVERSIDAD TRANSDISCIPLINARIA***Todas las actividades están integradas horizontalmente y coordinadas verticalmente a través de una interacción retroalimentativa.*

	<i>Educación</i>	<i>Investigación</i>	<i>Servicio</i>
Laboratorios de diseño de sistemas .....	Ingenieros de sistemas socio-tecnológicos.	Planeación y diseño integrales para los sistemas mixtos de sociedad y tecnología.	"Saber dónde", a través de contribuciones creativas para la planeación de políticas públicas y para el activo desarrollo de sistemas socio-tecnológicos.
Departamentos orientados hacia las funciones .....	Ingenieros de funciones fijas (orientados hacia funciones y misiones tecnológicas, más que hacia tecnologías específicas o capacidades científico-técnicas).	Planeación y desarrollo estratégicos de alternativas (que incluyan la investigación tecnológica innovativa) en las áreas definidas por las funciones de la tecnología en un contexto de sistemas sociotecnológicos.	"Saber qué", a través del suministro de impulsos estratégicos para el desarrollo y la introducción de tecnología en los sistemas sociales.
Departamentos orientados hacia las disciplinas .....	Personal científico especializado.	Investigaciones a nivel fundamental y desarrollo de teorías.	"Saber por qué", a través de la clasificación de conceptos y principios lógicos, así como de las posibilidades y limitaciones inherentes a la ciencia empírica.

Hay también otro aspecto que amerita ser mencionado: la adquisición de conocimientos toma una dimensión nueva, pues en lugar de simplemente recibir una formación, los estudiantes harán un trabajo útil. Con la estructura aquí descrita, la educación tomará crecientemente una forma autodidáctica y sólo una parte de ella ocurrirá con la ayuda de "maestros". Un estudiante que trabaje en los laboratorios de diseño de sistemas podrá juzgar por sí mismo la experiencia de trabajo y de aprendizaje que necesita y acudir a los departamentos orientados hacia las disciplinas o hacia las funciones, en donde deberá pasar una buena parte de su tiempo. Con un margen bastante amplio, el estudiante podrá elaborar su propio curriculum y determinar sus prioridades y metas educativas. La educación se alejará de los estereotipos actuales, será cada vez más autodidacta y estará enmarcada dentro de un ambiente que ofrecerá una infinita variedad de posibilidades.

Esta evolución será posible debido a que el trabajo del estudiante será juzgado directamente de acuerdo a su contribución al trabajo útil. En estas condiciones el estudiante podrá obtener su licenciatura y certificados de estudios superiores, sin tener que ser juzgados de acuerdo a las rigurosas características de la universidad actual, y tampoco habrá necesidad de un sistema graduado para medir el desarrollo de sus capacidades. Podría incluso no escribir una tesis él solo, y en lugar de ella, hacer la correspondiente contribución en un trabajo de equipo.

La posibilidad de ofrecer estudios superiores en los tres tipos de unidades estructurales, le dará una libertad inmensa a los hombres animados de un espíritu de empresa que acudan a tal universidad, y quizá incluso modifique el tradicional sistema de status de la universidad. De hecho, el profesor universitario, tal como lo conocemos hoy, podría desaparecer y casi no se podrá distinguir al estudiante del especialista, al menos en los laboratorios de diseño de sistemas, y, en cierta medida, en los departamentos orientados hacia funciones. Lo que hoy llamamos el cuerpo de maestros estará compuesto quizá de los dirigentes más emprendedores de los futuros laboratorios de diseño de sistemas, y el flujo de personas más o menos viejas corresponderá a lo que ahora identificamos como estudiantes que progresan en sus estudios y profesionistas que entran y salen según las necesidades de la educación casi continua que vienen a buscar aquí.