

DISEÑANDO EL FUTURO  
por Jay W. Forrester<sup>1</sup>  
15 Diciembre 1998  
Universidad de Sevilla, Sevilla, España

Hoy hablaré de sistemas en la tecnología y en la sociedad. Todo el mundo habla de sistemas: sistemas de ordenadores, sistemas de control de tráfico aéreo, sistemas económicos y sistemas sociales. Sin embargo sólo algunas personas se dan cuenta de que los sistemas existen en todos los ámbitos. Estos influyen en todo lo que hacemos y crean las desconcertantes dificultades a que nos enfrentamos cada día.

La comprensión de los sistemas físicos está mucho más avanzada que la de los sistemas sociales, corporativos, gubernamentales o económicos. El campo de la dinámica de sistemas está llevando a la creación de la nueva profesión de diseñador de empresa. Hoy existen métodos para diseñar la estructura y las políticas de los sistemas humanos con la intención de que éstos sirvan mejor a las personas que forman parte de ellos.

**Sistemas físicos y sistemas sociales.**

La gente es reacia a pensar que los sistemas físicos y los humanos tienen la misma naturaleza. Aunque los sistemas sociales son más complejos que los físicos, pertenecen a la misma clase de sistemas altamente organizados, realimentados y no lineales que los sistemas físicos.

La idea de sistema social da a entender que las relaciones entre sus partes influyen decisivamente sobre la conducta humana. Un sistema social limita la conducta de los individuos en gran medida. En otras palabras, el concepto de sistemas contradice la creencia de que las personas actúan de forma totalmente libre. De hecho, los individuos son profundamente sensibles a los cambios en sus circunstancias.

En palabras más llanas, se diría que un sistema social significa que, en parte, las personas actúan como dientes en el engranaje social y económico. Los individuos representan sus respectivos papeles a la vez que son movidos por la presión impuesta por todo el sistema. La aceptación de la prevalencia de los sistemas sociales sobre los individuos es contraria a nuestra preciada ilusión de que las personas adoptan sus decisiones libremente.

Las dificultades creadas por los sistemas se hacen patentes en la propia vida. A lo largo y a lo ancho del mundo los bancos están fracasando, los tipos de cambio de divisas fluctúan, y los gobiernos se ven amenazados. Ninguno de los responsables había planeado ni quería tales consecuencias. Este desorden ha tenido su origen en desafortunados diseños de sistemas sociales

---

<sup>1</sup> Traducido por: José Morales.

D-4808

y financieros. La gente trata de adaptarse a los fallos de los sistemas pero apenas intenta volver a diseñar sistemas con la intención de reducir el fracaso.

No vivimos en un mundo unidireccional en el cual un problema conduce a una acción que lleva a una solución. Más bien, vivimos en un entorno circular en movimiento. Cada acción se basa en condiciones presentes y las acciones afectan condiciones futuras, de forma que las condiciones modificadas se convierten en el fundamento de acciones posteriores. No hay ni comienzo ni terminación del proceso. Los bucles de realimentación interconectan a las personas entre ellas mismas. Cada persona reacciona ante el eco de sus acciones pasadas, y asimismo ante las acciones pasadas de los demás.

### **Dinámica de sistemas**

Durante los últimos treinta años he estado desarrollando un campo conocido como *dinámica de sistemas*. La dinámica de sistemas combina la teoría, los métodos y la filosofía para analizar el comportamiento de los sistemas. La dinámica de sistemas surgió de la búsqueda de una mejor comprensión de la administración. Su aplicación se ha extendido ahora al cambio medioambiental, la política, la conducta económica, la medicina y la ingeniería, así como a otros campos. La dinámica de sistemas muestra cómo van cambiando las cosas a través del tiempo.

Un proyecto de dinámica de sistemas comienza con un problema que hay que resolver o un comportamiento indeseable que hay que corregir o evitar. El primer paso sondea la riqueza de información que la gente posee en sus mentes. Las bases de datos mentales son una fecunda fuente de información acerca de un sistema. La gente conoce la estructura de un sistema y las normas que dirigen las decisiones. En el pasado, la investigación en administración y las ciencias sociales han restringido su campo de acción, indebidamente, a datos medibles, habiendo descartado el cuerpo de información existente en la experiencia de la gente del mundo del trabajo, que es mucho más rico.

La dinámica de sistemas usa conceptos del campo del control realimentado para organizar información en un modelo de simulación por ordenador. Un ordenador ejecuta los papeles de los individuos en el mundo real. La simulación resultante revela implicaciones del comportamiento del sistema representado por el modelo.

La dinámica de sistemas muestra de qué modo la estructura de realimentación de una organización domina la toma de decisiones por parte de los individuos. La estructura realimentada se puede definir, en otras palabras, como aquellos procesos circulares en que las decisiones conllevan cambios que influyen en decisiones ulteriores. Todas las acciones tienen lugar dentro de tales estructuras circulares.

D-4808

Hoy día, el campo de la dinámica de sistemas se extiende por el mundo entero. En un gran número de países existen centros de investigación universitarios. Aquí en España, La Universidad de Sevilla es un importante líder en la dinámica de sistemas.

En nuestros trabajos iniciales, descubrimos que éramos capaces de identificar los motivos de las crisis de una empresa con problemas. Los síntomas podían aparecer como una cuota de mercado descendente, una producción fluctuante o una rentabilidad en declive. Dificultades de tal calibre son bien conocidas de los empleados, la comunidad y la prensa especializada en el mundo de los negocios.

Al examinar una compañía, usamos nuestro conocimiento sobre la manera en que la estructura y las políticas determinan el comportamiento. Entrevistamos a la gente en relación al modo en que toman sus decisiones. Las declaraciones que describen los motivos por los cuales se toman las decisiones constituyen las políticas que gobiernan una determinada acción. Un modelo de dinámica de sistemas es una estructura de políticas en interacción. Ellas determinan las decisiones cotidianas. Cuando uso el término *política*, éste representa todas las causas de una acción y no solamente una norma formal escrita.

Las citadas entrevistas son extensas y exhaustivas. Se pueden realizar diversas sesiones con cada uno de los muchos individuos entrevistados. Las discusiones varían ampliamente, tratándose en ellas desde operaciones normales hasta acciones que serían la consecuencia de diversos tipos de crisis. Examinamos los intereses individuales y la localización de centros de poder influyentes. Las entrevistas versan sobre lo que una persona hace para ayudar a resolver los graves problemas que afectan a la firma.

La conversación con un directivo puede desvelar la existencia de reglas claras que controlan las decisiones. Cuando hablamos con un segundo directivo sobre el primero, emerge el mismo panorama en cuanto a las políticas. Básicamente, los unos ven su comportamiento en lo referente a la toma de decisiones de la misma forma que lo hacen los demás. Existe una cierta coherencia al describir las políticas de actuación de una organización. Además, éstas se justifican como una ayuda a la hora de corregir las dificultades que sufre la compañía.

Durante el proceso de entrevistas, se utiliza el enfoque del *estudio de casos*. Esto es, un examen comprehensivo establece el contexto del problema corporativo. Sin embargo, la debilidad del método del estudio de casos, si no va más allá del proceso de entrevistas, impide una solución fiable. Las entrevistas llevan a un modelo descriptivo que es demasiado complejo para que la mente humana lo pueda resolver fiablemente. Para aquellos de ustedes que han estudiado matemáticas a través de ecuaciones diferenciales, tal modelo descriptivo equivale a una ecuación diferencial no-lineal y de alto orden. Ningún científico o matemático es capaz de resolver mentalmente un sistema de estas características. Igual que ocurre con el funcionamiento de una

D-4808

planta química, únicamente los métodos de simulación por ordenador pueden revelar el comportamiento implícito en las acciones de los muchos individuos interconectados que toman decisiones.

Después de describir políticas importantes, flujos de información e interconexiones dentro de una compañía, el paso siguiente consiste en trasladar dicha descripción a un *modelo de ordenador*. Un modelo tal permite a un ordenador representar el papel de cada punto de decisión en el sistema. El ordenador pasa la decisión de cada uno de los puntos a los otros puntos de decisión conectados para conformar así la base para la segunda ronda de decisiones. En otras palabras, en el ordenador existe una réplica de laboratorio de la compañía. Uno puede entonces observar la interacción del comportamiento de las políticas descritas en las entrevistas. No hay que olvidar que los sujetos entrevistados justificaron su conducta en la toma de decisiones en términos de ayudar a reducir los problemas corporativos.

Para sorpresa de quienes no conocen la engañosa naturaleza de los sistemas dinámicos complejos, un modelo de ordenador genera normalmente las mismas dificultades que una compañía ha estado experimentando. En pocas palabras, las políticas establecidas para resolver un problema son en realidad la causa del mismo. Tal situación puede crear una grave espiral descendente. Si se piensa que las políticas que se están siguiendo alivian un problema aunque, de un modo oculto, están causando el problema, entonces, a medida que éste se agudiza, aumentan las presiones para aplicar, aún con más fuerza, las mismas políticas que lo están causando.

En los primeros desarrollos de la dinámica de sistemas descubrimos algunos hechos sorprendentes sobre las corporaciones que se aplican a todos los sistemas sociales:

- Primeramente, la mayor parte de los problemas se originan en causas internas, aunque generalmente se culpa a causas externas.
- En segundo lugar, las acciones que se emprenden, normalmente en la creencia de que son una solución para los problemas, son a menudo la causa de los problemas que se están experimentando.
- En tercer lugar, la propia naturaleza de la estructura dinámica realimentada de un sistema social tiende a conducir, erróneamente, a acciones que son ineficaces e incluso contraproducentes.
- Y en cuarto lugar, los individuos disponen de suficiente información sobre un sistema como para permitir, con éxito, su modelado.

### **Políticas versus decisiones**

Me he referido a las políticas como a las normas que gobiernan las decisiones.

Las decisiones se adoptan momento a momento a medida que progresa el tiempo. Las decisiones controlan la acción presente. No se puede actuar ayer ni mañana.

Por contraste, las políticas son las reglas que determinan la toma de decisiones. Si se conoce la política que gobierna un punto en el sistema, se sabe qué decisión se producirá a partir de cualquier combinación de entrada de información. A diferencia de las decisiones, las políticas son duraderas, independientes del tiempo. Si una de ellas es lo suficientemente inclusiva, puede continuar aplicándose a lo largo de un período de tiempo prolongado. Dependiendo de los objetivos de un modelo, las políticas pueden permanecer inmutables y seguir siendo efectivas durante años, décadas, e incluso siglos.

Mi investigación actual acerca del comportamiento económico nacional utiliza un modelo que ilustra el empleo de políticas que se aplican durante un largo intervalo de tiempo. El modelo no incluye una serie temporal exógena para dirigir el comportamiento. Todos los comportamientos se originan en interacciones internas incluidas en el modelo. Este muestra los diversos tipos esenciales de comportamiento económico que se han producido en las economías reales quedando las políticas fijadas durante 200 años, desde el año 1.800 al 2.000. Incluso así, las políticas fijadas generan decisiones que crean comportamientos que van desde los ciclos económicos a la onda económica larga, conocida también como el ciclo de Kondratieff, pasando por la estanflación, la inflación y la deflación.

La dinámica de sistemas es muy útil a la hora de entender cómo las políticas afectan al comportamiento. El énfasis se debería poner en el diseño de políticas capaces de producir sistemas con un comportamiento más favorable. Se construye un modelo de simulación partiendo de políticas que, a su vez, generan decisiones. El modelo produce corrientes de decisiones controladas por políticas incorporadas a él. Las políticas generan todas las decisiones, paso a paso, a medida que se va desarrollando la simulación. Consiguientemente, si el comportamiento resultante es indeseable, se busca un mejor conjunto de políticas que produzcan una mejora en los resultados.

### **Diseñando sistemas sociales**

La gente considera que los sistemas de ingeniería son muy diferentes de los sistemas sociales. Se espera que los técnicos diseñen sistemas de ingeniería usando métodos avanzados de análisis dinámico y modelos de ordenador. Al diseñar un sistema de ingeniería, como por ejemplo una planta química, los ingenieros se dan cuenta de que el comportamiento dinámico es

D-4808

complicado. Para simular el comportamiento antes de construir, llevarán a cabo estudios extensivos usando modelos de ordenador. Si la planta química es de un tipo nuevo, una pequeña planta piloto probará el diseño antes de edificar la planta real.

Aunque los sistemas sociales son mucho más complejos que los sistemas de ingeniería, el diseño de sistemas sociales ha empleado métodos mucho menos consistentes que los usados para los sistemas técnicos. Al diseñar corporaciones y países, los administradores y políticos se han limitado a intuir y debatir. Las corporaciones y los gobiernos cambian de diseño sin llegar a usar las significativas metodologías de diseño que han estado evolucionando durante los últimos 50 años.

Puede que la idea de "diseñar" sistemas sociales no resulte atractiva y que tal diseño parezca mecanicista o autoritario. Sin embargo, todos los sistemas sociales han sido diseñados. Las políticas corporativas, los sistemas de ordenador, los organigramas y las leyes constituyen diseños parciales de sistemas sociales. Los gobiernos promulgan leyes después de un debate superficial. Las leyes reforman sistemas políticos y económicos. Tales rediseños son experimentos que usan a un país como laboratorio. Estos experimentos no incluyen un modelado dinámico de los efectos a largo plazo. Los cambios de políticas corporativas reciben menos análisis incluso. Por ejemplo, la reciente tendencia de formar conglomerados corporativos y la reducción de las barreras comerciales constituyen un remodelado gigantesco de la economía mundial sin que se haya prestado una atención apropiada a los resultados. La gente ha diseñado los sistemas en que viven. Las desventajas de tales sistemas derivan de diseños defectuosos, de igual manera que los problemas de una central de energía se originan en su diseño erróneo.

En 1986, mientras estuvimos en Sevilla durante la Conferencia Internacional de Dinámica de Sistemas, mi mujer y yo visitamos La Alhambra, el gran palacio construido hace 700 años por los reyes nazaríes sobre la montaña que domina Granada. En un determinado momento, nuestro guía identificó la sala en la cual los dirigentes musulmanes se reunían para discutir sus dificultades con la inflación y la desfavorable balanza de pagos. Algo así parece sacado de los titulares de prensa financiera de hoy. Setecientos años han producido poco progreso en el control de la conducta económica.

Consideremos el contraste, durante los últimos cien años, entre los avances en nuestra comprensión de la tecnología y la relativa falta de progreso en nuestra comprensión de los sistemas sociales. ¿Cómo se explica una diferencia tan grande? ¿Por qué razón ha avanzado la tecnología tan rápidamente en tanto que los sistemas sociales continúan siendo tan desconcertantes como siempre? La respuesta está en la incapacidad para reconocer que las instituciones sociales son, en realidad, sistemas. No se acepta la idea de que las familias, corporaciones y gobiernos pertenecen a la misma clase de estructuras dinámicas que las refinerías químicas y los pilotos automáticos de los aviones.

Las organizaciones construidas mediante comisiones y por intuición no actúan mejor de lo que lo haría un avión construido con el mismo método. A menudo, grupos de empresas mixtas financian nuevas empresas en que políticas, productos y mercados se escogen de modos que, de antemano, conducen al fracaso. Como en el caso de un mal diseño aeronáutico, que nadie puede pilotar con éxito, estas corporaciones pobremente diseñadas se encuentran más allá de la habilidad de cualquier administrador real.

La primera vez que intuí las posibilidades del diseño de empresa fue en los años sesenta, cuando formaba parte del cuerpo de ejecutivos de una compañía de alta tecnología que se hallaba en rápido desarrollo. Para organizar mis recomendaciones, construí un modelo de dinámica de sistema sobre el modo en que evolucionan las compañías de alta tecnología. El modelo contenía 250 variables. Estas incluían 60 stocks, o integraciones, por lo que el modelo era un sistema dinámico del orden 60°. Las variables incluían procesos físicos, objetivos de dirección, características de liderazgo e interacciones entre compañía, mercado y competidores. El modelo exhibía la gama completa de comportamientos típicos de una compañía nueva y, dependiendo de las políticas asignadas, mostraba bien un fracaso temprano, o un crecimiento limitado seguido de estancamiento, o un crecimiento sostenido con repetición de crisis mayores, o un crecimiento sin dificultades. Las diferencias en la evolución corporativa mostradas por el modelo se correspondían con las de compañías que tenían las correspondientes políticas. De este modelo salieron políticas que contribuyeron a un éxito inusitado.

### **Un nuevo tipo de formación en la Dirección de Empresa**

Algunas décadas de progreso en la dinámica de sistemas apuntan hacia un nuevo tipo de formación para Dirección de Empresa. Este futuro sistema educativo formará a un nuevo tipo de administrador para el futuro. Preveo la existencia de futuras escuelas de Administración dedicadas al "diseño de empresa". Tales centros darían formación a "diseñadores de empresa".

Existe una diferencia fundamental entre un operador de empresa y un diseñador de empresa. Por poner un símil, consideremos quiénes son las dos personas más importantes en el buen funcionamiento de un avión. Una de ellas es el diseñador del mismo y la otra es su piloto. El diseñador crea un aparato que los pilotos normales pueden hacer navegar con éxito. ¿Y no sería el directivo habitual más piloto que diseñador? Un directivo maneja una organización del mismo modo que un piloto lleva un avión. El éxito de un piloto depende de un diseñador que ha creado una maquinaria competente. Por otra parte, ¿quién ha diseñado la corporación que dirige un directivo? Rara vez se ha diseñado, a propósito y con gran cuidado, una organización para alcanzar un crecimiento y estabilidad planificados.

D-4808

En las actuales escuelas de Dirección de Empresa se forman operadores de corporaciones. Casi no se presta atención al diseño de corporaciones. Los éxitos y fracasos corporativos apenas provienen de las especialidades funcionales exclusivamente. La actuación corporativa surge de las interacciones entre las especialidades funcionales. La formación de dirección de hoy no consigue transmitir la importancia del hecho de que las partes de una empresa interactúan unas con otras y con el exterior. En el futuro, tendremos la necesidad de tratar con el modo en que las políticas determinan el futuro de una organización.

El diseño de empresa se basará en cuatro innovaciones fundamentales que han ocurrido durante el último siglo:

- En primer lugar, la Harvard Business School inició el método de estudio de casos en Dirección de Empresa alrededor de 1910.
- En segundo lugar, en los años treinta y cuarenta, los Bell Telephone Laboratories y el MIT desarrollaron teoría y conceptos relacionados con el comportamiento dinámico de los sistemas de realimentación.
- En tercer lugar, tras la Segunda Guerra Mundial, el MIT, la Universidad Carnegie y otras instituciones dieron énfasis a un enfoque por la enseñanza de Dirección de Empresa más cuantitativo, matemático y basado en la investigación.
- Finalmente, durante los últimos cuarenta años, la dinámica de sistemas ha demostrado que existe la manera de combinar conjuntamente la información numérica y la descriptiva en modelos que permiten la simulación de sistemas que son demasiado complejos para el análisis matemático.

La primera de estas innovaciones, el *método del caso* en Dirección de Empresa, se ha hecho extensamente popular. Los estudios de casos se centran en los problemas de administración general y en las interacciones entre las diferentes partes del sistema corporación-mercado-competidor, basándose en el uso de información descriptiva y en el conocimiento administrativo, sacados del mundo del trabajo. Sin embargo, este método conlleva una desventaja muy significativa. La descripción de un caso incluye políticas y relaciones dentro de un sistema que es demasiado complejo para ser comprendido intuitivamente. Los estudios de casos, a veces, sacan conclusiones dinámicas equivocadas y resultan ineficaces para descubrir los motivos por los cuales corporaciones, en situaciones aparentemente similares, pueden ofrecer comportamientos tan diferentes.

La segunda innovación, *la comprensión de sistemas realimentados*, supera hoy día el ámbito de la ingeniería para convertirse también en un concepto organizador de sistemas humanos. Los procesos de realimentación gobiernan cualquier crecimiento, fluctuación y declive y



D-4808

son la base fundamental de cualquier cambio. El punto de vista de la realimentación desvela nuevos enfoques a los sistemas económico y administrativo, que habían escapado hasta ahora al análisis descriptivo y estadístico.

La tercera innovación, el enfoque cuantitativo de la formación en dirección de empresa, ha producido un análisis más disciplinado de las corporaciones. Sin embargo, los enfoques cuantitativos del pasado no fueron capaces de encarar los desafíos esenciales a que se enfrentaba la alta dirección corporativa. Los primeros métodos cuantitativos se limitaban al análisis matemático lineal y enfatizaban soluciones óptimas más que respuestas prácticas y realistas; trataban especialidades funcionales de la empresa por separado; no establecían conexiones adecuadas con el banco de datos mental que usaban los directores en activo. Los métodos cuantitativos tradicionales no han incorporado la estructura de realimentación que engloba el proceso de toma de decisiones. Y sin embargo, la idea de un enfoque cuantitativo de la administración abrió paso a tecnologías más poderosas que ahora están emergiendo.

La cuarta innovación, la *dinámica de sistemas*, permite en estos días ir más allá de los estudios de casos y las teorías descriptivas. La dinámica de sistemas no está restringida a sistemas lineales, pudiendo hacer pleno uso de las características no-lineales de los sistemas. Combinados con los ordenadores, los modelos de dinámica de sistemas permiten una simulación eficaz de sistemas complejos. Dicha simulación representa la única forma de determinar el comportamiento en los sistemas no-lineales complejos.

La combinación de estas cuatro innovaciones trae consigo un gran avance en la formación administrativa e irá mucho más allá que el método del estudio de casos. La dinámica de sistemas añade un riguroso marco dinámico para la organización del rico conocimiento de políticas y estructura que poseen los directivos.

La diferencia entre las escuelas de dirección actuales y las del futuro será tan enorme como las diferencias entre una escuela comercial que entrena pilotos de avión y un departamento universitario de ingeniería que educa a diseñadores de aviones. A los pilotos se les seguirá necesitando. Así pues, también se necesitará a los directivos operativos. No obstante, del mismo modo que la fabricación de buenos aviones es posible sólo gracias a diseñadores capacitados, igualmente la existencia de corporaciones, países y sistemas sociales de éxito será posible en el futuro gracias a la labor de los diseñadores de empresa.

Los diseñadores de empresa serán capaces de reducir el número de errores en la estructura y políticas de las instituciones sociales. Un diseño correcto puede hacer que una corporación sea menos vulnerable y distinguir a una compañía que es vulnerable a los cambios en el entorno empresarial exterior de otra que tiene un alto grado de independencia de las fuerzas exteriores. Un diseño correcto puede mejorar la estabilidad de empleo y producción. Ajustando las políticas para

D-4808

la fijación de precios, la adquisición de plantas, y la fuerza de ventas, un diseño correcto puede establecer la diferencia entre un crecimiento lastrado por la deuda y un crecimiento originado en las ganancias. Igualmente, un diseño correcto puede evitar la adopción de políticas que ofrecen ventajas a corto plazo a expensas de fracasos a largo plazo, así como prevenir la pérdida de tiempo por parte de los directivos mientras debaten políticas que tienen poca influencia y son, por tanto, irrelevantes. Un diseño correcto puede, en fin, ayudar a identificar el muy pequeño número de políticas de gran influencia que son capaces de producir cambios deseables.

La futura formación en diseño de empresa incluirá el estudio de una "biblioteca" de modelos de situaciones genéricas de administración. Modelos genéricos son aquellos que aplican muchas condiciones diferentes. Se pueden trasladar de una industria a otra, y hacia delante o hacia atrás en el tiempo. Cada modelo combinaría estudios de casos descriptivos con simulaciones dinámicas aplicables a una variedad de empresas. Calculo que alrededor de 20 de estos casos generales transferibles y computerizados cubrirían el 90% de las situaciones a que los directivos se enfrentan normalmente.

Ya existen algunos ejemplos de varios modelos genéricos muy significativos:

- Estabilidad y fluctuación en los sistemas de distribución;
- Fijación de precios e inversión de capital en tanto en cuanto determinan el crecimiento;
- Cadenas de promoción que muestran la evolución hacia una distribución desequilibrada, con demasiados ejecutivos, del personal de dirección cuando el crecimiento disminuye;
- Desequilibrios entre diseño, producción, marketing, y servicio en tanto en cuanto influyen sobre la participación en el mercado.

Cada uno de tales modelos manifiesta muchos modos de conducta que varían desde "problemático" a "muy satisfactorio", dependiendo de las políticas empleadas.

### **La profesión de Diseño de Sistemas Sociales**

El diseño de sistemas sociales se convertirá en una profesión reconocida. Requerirá el mismo tipo de formación intensiva que es necesaria en otras profesiones. Hoy en día, tan sólo existen fragmentos de una formación de diseñador de sistemas. El material educativo, en la dinámica de sistemas, no está disponible más que durante una secuencia de dos años. Un buen número de niveles académicos imparten ahora dinámica de sistemas, en escuelas pre-universitarias, en programas de licenciatura y en estudios post-graduados. Sin embargo, todos los diferentes niveles educativos comienzan con el alumno al nivel de principiante: los programas no son acumulativos. La formación en el comportamiento de los sistemas sociales se encuentra en este momento en, aproximadamente, el mismo punto de desarrollo en que se encontraban la formación en medicina e ingeniería hace 100 años.

El diseño de sistemas sociales representa un desafío muy serio para las instituciones educativas. Escuelas pre-universitarias, desde la pre-escolar hasta los 17 años, están ahora implantando el uso de la dinámica de sistemas como uno de los cimientos de la mayoría de las asignaturas. Profesores y alumnos están construyendo modelos de simulación de sistemas medioambientales, familiares, urbanos y políticos. Los profesores de literatura inglesa están experimentando con la simulación de argumentos en obras literarias. Los alumnos se hallan fascinados con los enfoques obtenidos mediante el modelado de dinámica psicológica en un trabajo como el Hamlet de Shakespeare. Después de observar el proceso en el aprendizaje de sistemas desde párvulos hasta secundaria, muchos de nosotros pensamos que todo lo que ahora se sabe sobre el campo de la dinámica de sistemas se puede aprender antes de los catorce años. Si todo lo que ahora sabemos se puede aprender antes de secundaria, nos falta materia para los cuatro años de secundaria, los cuatro de licenciatura y los tres de estudios de post-grado. Debemos crear al menos 11 años más de material educativo antes de poder decir que tenemos un plan de estudios para formar diseñadores de sistemas sociales.

Durante el último siglo, la frontera del progreso humano ha sido la exploración de la ciencia y la tecnología. La ciencia y la tecnología ya no son fronteras; se han integrado en la textura de la actividad cotidiana. Creo que ahora nos estamos embarcando hacia la próxima gran frontera, que conducirá a un entendimiento mucho mejor de los sistemas sociales y económicos.