



Ingeniería. Revista de la Universidad de
Costa Rica

ISSN: 1409-2441

marcela.quiros@ucr.ac.cr

Universidad de Costa Rica
Costa Rica

Herrera Jiménez, Rodolfo

Universidad, sistemas educativos y carreras académicas: un enfoque sistémico
Ingeniería. Revista de la Universidad de Costa Rica, vol. 17, núm. 2, agosto-diciembre,
2007, pp. 13-36

Universidad de Costa Rica
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44170520001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

UNIVERSIDAD, SISTEMAS EDUCATIVOS Y CARRERAS ACADÉMICAS: UN ENFOQUE SISTÉMICO

Rodolfo Herrera Jiménez

Resumen

Este artículo tiene por objeto definir las características de los *sistemas educativos* de las universidades y sus “*carreras académicas*”. La *universidad* es considerada como un *subsistema cultural concreto* de la *sociedad*, lo cual posibilita la representación del *estado* de los *sistemas educativos* y de toda *carrera académica*, para facilitar su *evaluación*.

Palabras clave: sistema, educación, carrera, currículo, estado, práctica, tecnología, evaluación.

Abstract

This paper has for goal to define characteristics of the *educative systems* of the universities and *academic studies*. The University is considered as a *concrete cultural subsystem* of the *society*, which enables the representation of the *state educative systems* and all *academic studies*, to help its *evaluation*.

Key words: system, education, studies, curriculum, state, practice, technology, evaluation.

Recibido: 20 de agosto del 2007 • **Aprobado:** 20 de marzo del 2008

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se usa como instrumento teórico un *enfoque sistémico* y por tanto a la *teoría general de sistemas* aplicada al problema concreto (Bunge, 1977, 79)(Herrera, 1989, 2001). Se describirá muy brevemente como introducción el concepto básico de *sistema social* o de *sociedad*ⁱ (Bunge, 1977, 79)(Herrera, 1989, 2001). Con el propósito de exactificar en la medida de lo posible los conceptos utilizados, se desarrolla la exposición principalmente mediante definiciones (D) y postulados (P), como premisas a partir de las cuales se siguen otros argumentosⁱⁱ.

1.1 Sociedad: Sistema Social

D1. Una *sociedad humana* es un *sistema socio-humano* caracterizado por una estructura social compuesta de vínculos, conexiones o adherencias económicas, políticas y culturales. El sistemismo

la concibe como un supersistema compuesto de subsistemas que son constituidos, mantenidos, desorganizados y reorganizados por las acciones humanas. El concepto es una *categoría filosófica*, porque es común a todas las ciencias sociales, biosociales y las tecnologías. Una caracterización más explícita de *sistema* particularizado para una sociedad o cualquiera de sus subsistemas sociales se da a continuación:

P1. Todo *sistema social* es analizado en su *composición*, *ambiente*, *estructura*, *mecanismo* y *superestructura*, en símbolos con la quintupla: $S = \{C, A, E, M, \hat{E}\}$, donde: (i) C denota a la *composición*, sea un conjunto de individuos o un conjunto de subsistemas del sistema; (ii) A , denota al *ambiente* o *entorno*: el conjunto de elementos materiales que no son la *composición* directamente vinculados con ella, es decir, que actúan sobre o son actuados por ella, en general es un *entorno apropiado* o *artefactual*; (iii) E denota la *estructura* o el conjunto de *relaciones* entre los

miembros de la composición y entre estos y el ambiente, en particular, vínculos, conexiones, etc. sean de adherencia o no (es decir, que su existencia afecta o no el comportamiento, respectivamente), representa el aspecto *sistémico-estructural* de la *sistematicidad* y de la *integridad*; (iv) *M* denota al *mecanismo* o el conjunto de procesos o *actividades sociales internas* que ocurren en un determinado sistema y solo él es capaz de hacer, es decir, sus *funciones específicas*, las *prácticas sociales esenciales* (pe. ⁱⁱⁱ la enseñanza-aprendizaje); (v) *E* denota a la *superestructura*, o el conjunto de sistemas conceptuales político-administrativos y cultural-ideológicos (pe., invariantes legales, leyes jurídicas, sociales y reglas, ideologías)^{iv}, que condicionan y/o determinan el *mecanismo social*. La *estructura* particiona la *composición* en “clases de equivalencia”, produciendo una *organización social*, a veces denominada *estructura social*.

P2. Todo análisis de un *sistema social* incluye la investigación, empírica o teórica, de su quintupla modelo.

P3. El *cambio* o *movimiento* de un *sistema social* es un *proceso social dirigido* (no espontáneo) que consiste en la interacción de sus componentes y de estos con su *ambiente*. El *cambio de estado* consiste de la variación de las *propiedades* en el *tiempo* de sus componentes materiales, que describen su *historia*.

P4. La *sociedad* es un *sistema material* en el que el *cambio* es producto de la modificación de la realidad por sus propios componentes, es decir, por sus *prácticas sociales*.

D2. Los *procesos*^v en un *sistema* son sus *cambios de estado*^{vi} (Bunge, 1977; Bunge, 1979), su *movimiento* (pe. el nacimiento y la muerte de sus componentes, el crecimiento o no de la producción material en una sociedad, etc.).

2. LAS PRÁCTICAS SOCIALES.

La *sociedad* es un sistema en el que el cambio es producto de sus propios componentes y por tanto lo que existe como su cambio o

movimiento son las *prácticas sociales*. Se tratará este concepto en forma muy concisa y con aquellos aspectos relacionados con las *prácticas educativas* como componentes de las *prácticas tecnológicas* (Herrera, 1989a).

D3. Las *prácticas sociales* (Herrera, 1989) son lo que el sistema social hace, el conjunto de *actividades orientadas* (o sistemas de actividades) o funciones de los componentes humanos, o sea los *procesos de producción* que modifican la realidad natural y social, o *sociedad*.

D4. Se llama “*actividad orientada*” a todo conjunto de acciones sociales con propósitos o *metas* definidas, es decir, deliberadas.

Tales actividades constituyen una relación que representa las conexiones e interacciones entre los componentes sociales, de aquellas interacciones que cambian sus *relatos* o referentes cuando se producen y tienen una “estructura genérica de transformación”. Sea:

P5. Todas las actividades humanas, sean científicas, tecnológicas, artísticas, etc., tienen la misma *estructura genérica* que la *actividad transformadora directa* o *empírica* (o de toda interacción), la cual consta de cuatro elementos invariantes: *trabajo humano*, *medios de producción*, *objeto de trabajo*, *producto* o *resultado*. Por tanto el concepto de *práctica social* se puede sintetizar como sigue:

D5. Una *práctica social* *P* es una *actividad orientada*, un *proceso de producción* de los componentes humanos de la *sociedad* organizados en *subsistemas sociales*, dirigido a transformar un objeto (material o conceptual) usando ciertos *medios de producción* en otro objeto concreto (cosa o sistema material, proceso) o conceptual determinado (pe., planes) (Herrera, 1989, 1996).

Este tipo de *actividades orientadas* son un *proceso de producción*, una forma de la *apropiación racional* de la *naturaleza* y de la *sociedad* por los seres humanos, que no se da como un solo acto sino como un conjunto de acciones, es decir, una *reproducción* (Herrera, 1989, 1996). Son el

resultado de la necesidad de resolver un conjunto de *problemas prácticos, cognitivos o morales* (una *problemática* social o individual), solución que requiere de una *previsión tecnológica o no* sobre el estado de algún subsistema social o sistema conceptual, indicando o sugiriendo cómo influir en el estado de las cosas y sistemas materiales y sus circunstancias en determinado período temporal, para producir, evitar o controlar ciertos hechos (cambios de estado). Esto implica la escogencia de un *enfoque*; de manera más explícita:

D6. Se llama *enfoque* \mathbb{E} de un subsistema social (o un individuo) a la manera como se trata una *problemática* específica, consistiendo en general en un conjunto de elementos representados por la quintupla siguiente: $\mathbb{E} = \langle P, \odot, K, M, \mathcal{F} \rangle$, donde los símbolos denotan: P una *problemática*, \odot la *meta* u *objetivo* (pe., el cambio de estado de alguna cosa o sistema material, la creación de un objeto conceptual nuevo o de un código moral); K un *cuerpo de conocimiento*, el cual se supone que el sistema posee relacionado con el *tipo de acciones* y la *meta*; M una *metódica* (conjunto de métodos); \mathcal{F} un *marco filosófico*: cosmovisión, presuposiciones filosóficas (ontología y epistemología), principios praxiológicos y metodológicos. El marco filosófico contiene *conceptos teóricos de valor, principios éticos*, así como *principios de filosofía política*, que son fundamento para la escogencia de alternativas que orienten la toma de *decisiones* en la solución de los problemas y por tanto de *valores*, pues el objeto por producir o la acción por realizar, puede ser *valiosa* o no para el sistema.

Si bien la *estructura genérica de “producción”* o de una *práctica social* es el común denominador del que participan todas las actividades transformadoras de una sociedad, en cada práctica particular tal estructura asume una forma individualizada, que es lo que las va a diferenciar de manera sistemática. En primera instancia se distinguen cualitativamente por su objeto y por su “modo de apropiación” del mundo. Así, los dos tipos de actividades básicas: las *prácticas ideológico-conceptuales* y las *empírico-concretas* difieren sustancialmente por su

objeto; en el primer caso se trata de conceptos con los que se pretende conocer la realidad científica o filosóficamente, o reorganizarla idealmente y en el segundo, la referencia es una realidad que aparece como objeto de la transformación misma. Todas las prácticas tiene un doble proceso de transformación: material y conceptual. Es a partir del análisis de las propiedades de los elementos que componen la *estructura genérica de producción* que se pueden derivar las características de las diferentes prácticas y por tanto su tipología, lo cual se sintetizará en el postulado siguiente:

P6. Una *práctica social* \mathcal{P} es una *relación social*, con una “*estructura genérica de producción*”, de un *sistema social* S que se puede representar por medio de una cuaterna con los *relata* de la relación de producción o de interacción, como sigue: $\mathcal{P} = \{ \bar{C}(\mathbb{E}), m, o, p \}$, $\mathcal{P} \in S$, donde: (i) $\bar{C} \in \mathcal{C}$ es el conjunto de miembros en la *composición* de la *sociedad* que realizan los sistemas de *acciones humanas* (fuerza humana de trabajo) de una *práctica* específica; (ii) la terna $(m, o, p) \subset \langle \mathcal{C}, \mathcal{A} \rangle$ es tal que: m designa a los *medios de producción*; (ii) o a los *objetos materiales de transformación* o de *referencia*; p el *producto* o *resultado* de la transformación. Más explícitamente los elementos de la terna (m, o, p) se pueden analizar como sigue: (i) $m = (m^m, \bar{m}^k) \subset \langle \mathcal{C}, \mathcal{A} \rangle$, tal que: m^m denota a un conjunto de *cosas materiales* en la *composición* y en el *ambiente* (hombres, artefactos, materia prima, naturaleza) y \bar{m}^k a un conjunto de *objetos conceptuales* o *constructos* pensables por algunos miembros de $\bar{C} \in \mathcal{C}$ y materialmente fijados sea \bar{m}^k : (sistemas conceptuales documentados, pe. una teoría o una regla); (ii) $o = (o^m, \bar{o}^k) \subset \langle \mathcal{C}, \mathcal{A} \rangle$, con el mismo significado de los términos anteriores; (iii) $p = (a^m, \bar{a}^k, \pi', \pi'') \subset \langle \mathcal{C}, \mathcal{A} \rangle$ donde a es un *artefacto material* (pe., computador), $\pi' \in \mathcal{A}$ un cambio de estado de un sistema natural, $\pi'' \in \mathcal{C}$ un cambio de estado de un ser humano, es decir, de sus propiedades (paciente, estudiante, etc.), \bar{a}^k es un *artefacto conceptual* o *constructo* (pe. una teoría, una regla, un teorema de las matemáticas) y \bar{a}^k designa al constructo fijado materialmente. Aquí los sistemas conceptuales, *constructos* (artefactos ideales), son formas del conocimiento científico o no,

que se fijan como signos en algunos objetos que pueden denominarse *objetos informáticos*: libros, revistas, patentes, software, certificados de autor, filmes, etc., su significado existe conceptualmente, es decir, en tanto haya alguien que los piense (pueden entonces ser una propiedad intelectual de la composición o de un ser humano).

Más explícitamente, este proceso hace corresponder *sistemas de acciones humanas* (fuerza de trabajo) con *medios de trabajo*: $m = (m^A, m^K) \in A$ o *medios de producción* natural o social, *artefactual*: material m^A o conceptual. Simbólicamente: $\mathcal{P} = \{ \langle \bar{C}(\mathbb{E}), (m) \rangle \rightarrow o \Rightarrow p \}$, o en forma extensional la 10-tupla siguiente contiene todas las características principales, sea: $\mathcal{P} = \langle S, \bar{C}, \{P, \mathbb{O}, K, M, \mathcal{F}\}, o, m, p \rangle$. Según sean estos componentes, así será el tipo de práctica (Herrera, 2003).

P7. Para los dos tipos de *prácticas básicas*, se tiene: (i) Las *prácticas empíricas-concretas* (o las *acciones de transformación directas o no*), como son las actividades *económico-productivas* (pe., la que se da en una industria, o la labor) o las *técnicas* (pe., en una sala de cirugía, en una aula de enseñanza, un ejecución musical) tienen la estructura genérica siguiente: $\mathcal{P}_E(\bar{C}, \mathbb{E}) = \{ \langle \bar{C}, (m^m, m^K) \rangle \rightarrow o^m \rightarrow p = (a^m, p', p'') \}$; (ii) Las *prácticas ideológico-conceptuales* o las *acciones de transformación* conceptual, es decir, las actividades de *tipo cognoscitivo* para obtener, difundir y utilizar conocimiento de alguna clase), tienen la estructura genérica siguiente: $\mathcal{P}_I(\bar{C}, \mathbb{E}) = \{ \langle \bar{C}, (m^m, m^K) \rangle \rightarrow o^K \Rightarrow p = a^K \}$; donde o^K denota a un conjunto de sistemas conceptuales y generalidades ideológicas que son la materia prima conceptual, m^K al conocimiento existente relacionado con el problema, a^K al nuevo sistema conceptual o conocimiento resultante. Los (m^K, o^K, a^K) son *constructos* que pueden modelar o no a sistemas concretos (pe., modelo conceptual de una máquina), procesos (pe., las prácticas o actividades humanas) o sistemas de reglas o normativas. Los *constructos formales* (pe., entidades matemáticas), cuando son interpretados factualmente, constituyen *modelos* o componentes de tales.

3. LAS PRÁCTICAS CULTURALES

Se describen a continuación, muy brevemente^{vii}, algunos aspectos relacionados con las *prácticas culturales*, específicamente la *científica* y la *tecnológica*, que son relevantes para el objetivo de este artículo.

D7. La *actividad cultural* en una *sociedad* es aquella actividad social que genera cambios en los sentimientos, pensamientos y acciones en la composición humana, creando objetos o artefactos culturales, mitos, leyendas, comunicación, culto, curación, etc.

P8. La *práctica cultural* \tilde{K} produce *artefactos culturales*, sean *concretos* (pe., una escultura, una pintura) o *conceptuales* (pe. una teoría, un diseño, un sistema ideológico, un proyecto, un sistema de reglas jurídicas, un poema, etc.), dando las ideas y los medios de transformación de la sociedad. Es el *mecanismo* de los *sistemas culturales* de una *sociedad* (Figura 1).

D8. La *práctica científica* \mathcal{PC} es una *práctica cultural*, que consiste de toda aquella actividad dirigida especialmente a “la explicación objetiva y racional de los procesos existentes”, es decir, a obtener conocimiento sobre la naturaleza del mundo.

P9. La *práctica científica* \mathcal{PC} se puede particionar en dos (división de trabajo): (i) la *práctica científica básica* \mathcal{PCB} (pe., el estudio del aprendizaje en general) y (ii) la *práctica científico-tecnológica* \mathcal{PCT} (o *ciencia aplicada*), la cual en general trata los problemas de conocimiento necesarios o generados por las prácticas tecnológicas (pe., el estudio del aprendizaje de las matemáticas). Ambas producen sistemas conceptuales de conocimiento (pe. teorías) y en especial la (ii) produce *sistemas científico-tecnológicos*: \mathcal{SCT} , los que contienen teorías particulares (procesos en condiciones específicas o sobre artefactos inventados), datos, leyes empíricas, conocimiento técnico, etc. útiles para los procesos de transformación. Todas estas formas del conocimiento científico se fijan como signos en algunos objetos que

pueden denominarse *objetos informacionales*: libros, revistas, patentes, certificados de autor, filmes, etc.

Una *definición general de práctica tecnológica o tecnología*^{viii}, se puede dar como sigue:

D9. La *práctica tecnológica* PT es la *práctica social* cuyo objetivo inmediato es la transformación de *cosas* y sistemas (sean naturales, sociales o conceptuales) mediante *acciones racionales* basadas en el *conocimiento científico* existente.

P10. La *práctica tecnológica* PT es una *práctica social transformadora* que se particiona en tres componentes principales: *económico-productiva*, *política* y *cultural*, según sea la clase de referente, objetivo y producto de la transformación.

P11. La *práctica tecnológica cultural* PTC es una práctica que forma parte de las prácticas transformadoras de la *sociedad*, es decir, de todos los procesos económicos-productivos o político-administrativos, o que incide sobre ellos.

P12. La *práctica tecnológica cultural* PTC se particiona en: (i) *práctica tecnológico-científica*: PTC ; y (ii) *práctica científico-tecnológica* PCT . Simbólicamente: $PTC = PCT \cup PTC$.

D10. Se llama: (i) *práctica tecnológico-científica* PTC a la actividad que *realiza los procesos del diseño* $PTC = \tilde{D}$; (ii) *práctica de la administración* $PTM = \tilde{M}$ a la clase de actividad que *administra* los procesos (i), (ii), así como a las *prácticas empírico-concretas*.

D11. Se llama *diseño* \tilde{D} a la actividad dirigida a “la creación conceptual de sistemas conceptuales representando a posibles artefactos (cosas, cambios de estado en las cosas, prácticas, constructos)”, es decir, produciendo una representación anticipada de un objeto (cosa, estado, proceso) con base a algún conocimiento (Herrera, 1989, 1991a).

D12. Se llama *práctica tecnológica-administrativa* \tilde{M} a aquella que realiza la dirección y el control directo de los procesos de producción en general

o de la *administración-dirección*. Es decir, “planifica, decide, dirige y controla” los procesos de transformación y control de las actividades humanas, es decir, de todas las prácticas sociales (diferentes o no a ella misma y en especial las prácticas empíricas directas) mediante la transmisión de *información* directa o no.

D13. Se llama *práctica tecnológica* a la unión de: (i) la *práctica tecnológico-científica* (o *diseño*) \tilde{D} y (ii) la *práctica administración-dirección* \tilde{M} , o sea: $PT = \tilde{D} \cup \tilde{M}$. Ambas son los ejes básicos de toda práctica social transformadora basada en la ciencia.

4. LA PRÁCTICA EDUCATIVA

Dada la generalidad de la noción de *práctica tecnológica* es evidente que en ella caben las prácticas “duras” como la ingeniería (o con procesos industriales), y otras usualmente no consideradas así, como pe., la medicina, la agronomía, el derecho, la *educación*, etc. Lo que cambia en cada caso es el referente u objeto de la transformación, así en la medicina el ser humano en el nivel biológico, psicológico o biosocial. Respecto a la *educación* hay obvio consenso en que es una *práctica social*, sin embargo debido al uso del concepto de *tecnología* antiguo, es a veces difícil su aceptación o comprensión. El carácter *tecnológico* de la *educación* o *práctica educativa* se visualiza en tanto se estudie su objetivo inmediato y sus características esenciales.

El concepto de *aprendizaje* se debe tomar de las ciencias psicológicas modernas (Bunge, 1983), que se resume en la definición siguiente:

D14. *Aprendizaje* es el proceso en el cual un animal adquiere nuevas funciones neurales, es decir, que se produzca un cambio de estado en el sistema neural de algún hombre (aprendiz), sea por estímulos externos o internos.

Obsérvese que el proceso y resultado del aprendizaje son creativos, pues consiste en la emergencia de nuevas configuraciones de la

actividad neural que no estaban genéticamente programadas, sino que son adquiridas o formadas en la vida del animal^{ix}.

P13. Un ser humano *aprende conductas y conocimiento*, cambiando su estado mental y conductual.

Para los objetivos de la enseñanza se pueden distinguir dos clases de conocimiento dialécticamente relacionados: (i) *saber-cómo* o *saber-hacer* (sea tácito o no explícito, familiar o instrumental, pe. saber cómo nadar, hablar o calcular) y (ii) *saber-qué* o *saber-saber* (sea explícito, por descripción o declarativo), correspondiendo con una práctica particular (profesión, campo del saber, etc.), los cuales son propios de toda disciplina cultural^x.

D15. Se entiende por *enseñanza* (usualmente *enseñanza-aprendizaje*) \tilde{E} a la función mediadora (en especial por transmisión de *información*) entre el saber existente como patrimonio social (medio de producción conceptual m^K) y el alumno que aprende^{xi} (Herrera, 1982). Esta función de mediación la realiza el *profesor* (comunicación, lenguaje) o cualquier otro *sistema artefactual* para transmitir la *información*.

D16 La *enseñanza* o la *acción didáctica* \tilde{E} , es una *práctica empírico-concreta* (operativa, directiva, etc.) que consiste de un sistema de acciones de interacción directas o no, o *acciones de enseñanza profesor-estudiante* (pe. lo que el profesor y el estudiante hacen en el aula o laboratorio), realizada especialmente mediante la *comunicación* de la *información*^{xii} necesaria para la práctica que se aprende o se enseña, creándose los medios ideales y prácticos para que ella sea procesada conceptual y prácticamente por el estudiante y que la reproduzca e integre como conocimiento propio.

La diferencia con los procesos de las *prácticas económico-productivas* en una *sociedad*, es que en este caso los referentes de transformación son humanos y la transformación misma es, en parte, autorrealizada por el objeto de la transformación (o el ser humano que aprende).

P14. La \tilde{E} se guía por los *medios de producción conceptuales diseñados* por la *práctica tecnológica-científica educativa* \tilde{D} , los cuales son sistemas conceptuales específicos y particulares para su acción racional (pe. *currículo*, art. 7).

P15. La *práctica tecnológica-científica educativa* \tilde{D} fundamenta sus actividades en los *sistemas científico-tecnológicos*: *SCT*, producidos por la *investigación educativa* \tilde{I} (*práctica científico-tecnológica*), es decir, en el conocimiento científico coetáneo.

P16. La *práctica científico-tecnológica educativa* $\mathcal{PCT} = \tilde{I}$ (*investigación, ciencia pedagógica*), produce *SCT* que contienen a las *teorías particulares* de las teorías generales sobre los procesos de aprendizaje de todo tipo de animal, en especial el género *homo*.

Se puede afirmar entonces lo siguiente:

P17. La *práctica educativa* \mathcal{PE} consiste en la actividad interrelacionada de las prácticas siguientes: (i) \tilde{E} : la *práctica de enseñanza o acción didáctica*; (ii) \tilde{D} : *práctica tecnológica-científica* o del *diseño* del medio de producción conceptual de (i) (pe. *currículo*); (iii) \tilde{I} : *práctica científico-tecnológica* o *investigación* que produce el conocimiento base de (ii); (iv) \tilde{M} : la *práctica tecnológica-administradora* de todas las actividades. Esto se representa simbólicamente con la unión de los conjuntos de prácticas propias: $\mathcal{PE} = \tilde{K} \cup \tilde{M}$, con $\tilde{K} = (\tilde{D} \cup \tilde{I}) \cup \tilde{E}$ o *práctica cultural*.

Queda así demostrado el carácter *tecnológico* de la *práctica educativa en general*, lo cual se sintetiza como sigue:

D17. La *práctica educativa* \mathcal{PE} es una *práctica tecnológica* cuyo objetivo \odot es producir *aprendizaje* en algunos miembros de la composición social.

Como se deduce de lo presentado anteriormente, toda *práctica tecnológica* se fundamenta en algún conjunto de conocimientos científicos existente (patrimonio cultural), los cuales sirven

de herramientas conceptuales auxiliares de los procesos educativos. El contenido general de estos *medios de producción conceptuales* es sintetizado como sigue:

P18. El conjunto de los *medios de producción conceptuales* m^K de \mathcal{PE} , está compuesto de la unión de cinco *sistemas conceptuales epistémicos*, simbólicamente: $m^K = \langle SC, SCT, STC, CT, PK \rangle$ producidos por la *práctica tecnológica cultural* PTK , donde:

- (i) SC denota el conjunto de sistemas conceptuales que contiene el *conocimiento científico* (ciencia básica) necesario, sean las teorías básicas y generales sobre los procesos existentes en el nivel de estudio correspondiente (pe. ciencias cognoscitivas: sicobiología, neurobiología, biosociología, etc.);
- (ii) SCT denota el conjunto de *sistemas científico-tecnológicos* que abarca a las teorías particulares de la ciencias aplicadas en el campo de la *práctica* que se enseña (*ciencia pedagógica*);

(iii) SCT denota el conjunto de *sistemas tecnológico-científicos* conteniendo *sistemas conceptuales sustantivos y operativos* (pe., planes de estudio, sistemas de actividades humanas, etc.), todos ellos existentes como conocimiento documentado y que guían la práctica de la enseñanza de la \tilde{E} ;

(iv) CT denota los *conjuntos técnicos*, o sea el conocimiento empírico propio de los campos involucrados; y

(v) PK denota el *patrimonio cultural general*, es decir, el *sistema conceptual de la cultura* en sentido amplio.

Los cinco elementos conceptuales enumerados corresponden con los fundamentos epistémicos necesarios para la $\mathcal{PE} = \tilde{E} \cup \tilde{D} \cup \tilde{I} \cup \tilde{M}$ y para la *práctica por enseñar* \mathcal{P} (pe., psicología).

Estas prácticas se dan interrelacionadas en un sistema concreto que se puede denominar el *sistema educativo*, un subsistema de una *universidad* o de la *sociedad* en general, el cual se caracterizará posteriormente en este artículo.

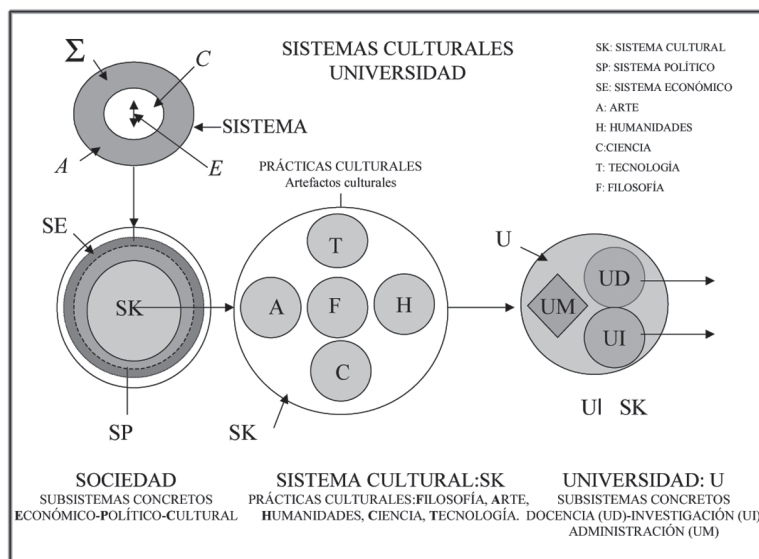


Figura. 1. Cultura Social Total

Fuente: (El autor).

5. SISTEMA EDUCATIVO Y CARRERA ACADÉMICA

Las *prácticas sociales* no se dan aisladas, sino que se constituyen en *sistemas de procesos* (pe., cooperación de los académicos y estudiantes en una universidad) que conforman los *subsistemas materiales artificiales básicos* (hechos por los seres humanos), cada uno de los cuales contiene como todo subsistema social, además de la práctica propia (sea económico-productiva, política-administrativa o cultural-ideológica) a las otras prácticas necesarias. Así, las *prácticas culturales* de una *sociedad* como la *práctica educativa* o la *científica (investigación)*, se producen en especial en el “interior” de *subsistemas culturales* componentes de la *cultura social total* (Figura1). Una *universidad U* es un *subsistema cultural* concreto de una *sociedad S*, uno de cuyos subsistemas es el *educativo*, concepto que se puede exactificar como sigue:

D18. Un *sistema educativo* \mathcal{SE} es un subsistema concreto de una *universidad*, un subsistema del *sistema cultural* de una *sociedad*, en el que su *mecanismo* es la *práctica educativa* \mathcal{PE} . Usualmente se denomina *escuela* o *unidad académica* (pe., escuela de medicina).

Para determinar este subsistema es necesario tener las propiedades de la quintupla mínima del subsistema, términos que se definirán como sigue:

P19. Sea: $\mathcal{SE} = \{\bar{\mathcal{C}}, \mathcal{A}, \mathcal{E}, \mathcal{M}, \hat{\mathcal{E}}\}$, donde: $\bar{\mathcal{C}} \subset \mathcal{C}$, la quintupla modelo de un *subsistema educativo* $\mathcal{SE} \subset S$, donde:

- (i) $\bar{\mathcal{C}}$ denota a la *composición* o conjunto de miembros humanos del sistema que realizan las *práctica cultural educativa* \mathcal{PE} y la otras prácticas relacionadas necesarias para su realización; sea: (a) personal académico: *profesores* P , *investigadores* I ; (b) *estudiantes* E ; (c) *administradores* (académicos o no) M ; (d) personal para la *labor* L ; o en símbolos: $\bar{\mathcal{C}} = (K \cup M \cup L)$, $K = P \cup I \cup E$.

- (ii) El *ambiente* \mathcal{A} es el conjunto de elementos materiales que no son la *composición*, es decir, $\bar{\mathcal{C}} \cap \mathcal{A} \neq \emptyset$; dividido en *interno* y *externo*, el primero consiste del *entorno apropiado* o *artefactual* más directo para el subsistema.

- (iii) \mathcal{E} es la *estructura* o el conjunto de relaciones entre los miembros de $\bar{\mathcal{C}}$ y de estos con elementos en \mathcal{A} ; es la colección de *relaciones sociales* específicas y necesarias, es decir, determinadas por el tipo principal de práctica del *subsistema educativo*, en particular son *conexiones artificiales* de tipo cultural.

- (iv) \mathcal{M} es el *mecanismo* constituido por aquellos procesos internos esenciales, los que hacen que el *subsistema educativo* “funcione”, se reproduzca y mantenga su integridad, específicamente por la *práctica educativa* \mathcal{PE} , su *modo de producción cultural*.

La \mathcal{PE} determina la *estructura* \mathcal{E} y la *organización material* y por tanto las *propiedades sociales culturales* de \mathcal{SE} , las cuales se estudiarán más adelante [ver art. 6].

La actividad principal de un *subsistema educativo* es: $\hat{\mathcal{E}} \in \mathcal{PE}$, *acción didáctica* que no se produce aislada sino en forma sistémica, por interacción entre profesores y alumnos, constituyendo lo que se llama una *carrera académica*, que es el *modo de producción* o *de transformación* del subsistema. Explícitamente:

D19. Se denomina “*carrera*” académica \mathbb{C} a la *acción didáctica* o al *proceso de enseñanza-aprendizaje*: $\hat{\mathcal{E}} \in \mathcal{PE}$, constituido como un “*sistema de actividades orientadas*”, que realizan los miembros de la *composición* $\bar{\mathcal{C}}$ de \mathcal{SE} , durante un período y bajo un *programa* o *currículo* determinado.

Se puede ahora describir la *estructura genérica* de este tipo de *práctica social*.

P20. La “*estructura genérica de producción*” del *sistema carrera académica* \mathbb{C} , es decir, de la realización de la *práctica tecnológica operativa educativa*, o *acción didáctica*

6. SUPERESTRUCTURA DEL SISTEMA EDUCATIVO

Las condiciones del *mecanismo* del *subsistema educativo*, es decir, de la *práctica educativa*, no se dan libremente, sino que cumplen con condiciones y restricciones específicas, dadas por un *conjunto de leyes, reglas o normas* las cuales son determinadas y determinantes para las actividades. La representación conceptual se puede denominar *superestructura político-administrativa*, pues representa a las condiciones existentes de las relaciones (conexiones) de la *estructura*, es la forma de ésta. Explícitamente:

D20. Se llama *superestructura político-administrativa* $\hat{\mathcal{E}}$ del *subsistema educativo* $\mathcal{SE} \in \mathcal{U}$, a un *constructo* consistente de un *conjunto* o un *sistema de leyes y reglas*^{xiii} que determinan y condicionan sus *práctica social* \mathcal{PE} , por tanto su *estructura* \mathcal{E} en un período determinado. Estas formas, al igual que las del conocimiento científico, se fijan materialmente como signos en *objetos informáticos* (sistemas concretos de información) pertenecientes al ambiente artefactual.

P24. La *superestructura político-administrativa* $\hat{\mathcal{E}}$ consiste en la unión de dos conjuntos principales: $\hat{\mathcal{E}} = \mathcal{STI} \cup \mathcal{SM} = \mathcal{SPM}$, donde: (i) \mathcal{STI} denota a la *superestructura política (primaria)*, que contiene *normas de orden superior* o de nivel *político* (pe.: son las que indican la manera auto-administrarse: elecciones de los funcionarios académicos, atribuciones del personal: derechos y deberes, asambleas, consejos académicos, etc.); y (ii) \mathcal{SM} denota a la *superestructura académica-administrativa (secundaria)*, conteniendo *normas de orden inferior, académicas, técnicas o administrativas* (pe., propias de la administración académica: los reglamentos necesarios para el buen funcionamiento de las actividades y el control de los componentes principales de la organización del sistema). Estas últimas son de interés inmediato para este estudio.

La *superestructura* es una *propiedad* del sistema, no es una *cosa material*^{xiv}. A nivel sistémico

este sistema conceptual es un *artefacto social* y por tanto puede ser cambiado por los humanos, y debe corresponder con el *marco político* del sistema. El *repertorio social* de los individuos componentes del sistema social es congruente con las condiciones definidas por la *superestructura* (pe., un sistema jurídico), por tanto con la forma que asumen las *prácticas* o los *modos de producción*. Se comportarían distintamente en otro subsistema o en otra *sociedad*, con diferente sistema de leyes sociales. El conjunto de reglas se podrán representar con grafos o redes en las que se indican los requisitos, restricciones, jerarquías, etc. (esto evita la existencia de reglas mutuamente contradictorias). Esto no implica que no se produzcan *relaciones informales* propias del desarrollo espontáneo de todo sistema social.

Además las prácticas se guían con base en conjuntos o en sistemas de ideas, cuerpos de conocimiento, principios, reglas de método, etc., los cuales se pueden considerar como un componente de una superestructura conceptual o *superestructura cultural*, denotada por $\mathcal{SK} \in \mathcal{A}$. Se tratará en el artículo 7 que sigue explícitamente este concepto general y su relación con el concepto de *currículo*.

7. EL CURRÍCULO

Las prácticas $\tilde{\mathcal{E}}$ organizadas en carrera \mathbb{C} de un \mathcal{SE} fundamentan sus actividades en un *modelo conceptual* [P22], diseñado por la $\tilde{\mathcal{D}} \in \mathcal{PE}$: *práctica tecnológica-científica* o del *diseño*. Este modelo se llama *currículo*, el cual se definirá a continuación:

D21. Se llama el *modelo curricular* o *currículo* \mathbb{C} al sistema conceptual que organiza y guía una *carrera*, el cual es diseñado por la *práctica tecnológica-científica educativa*: $\tilde{\mathcal{D}}$.

P25. El *currículo* es un *sistema tecnológico-científico* \mathcal{STC} diseñado por la $\tilde{\mathcal{D}}$: *práctica tecnológica-científica* o del *diseño* y es un *medio de producción conceptual* de $\tilde{\mathcal{E}}$.

El *currículo* \mathbb{C} entendido como modelo de una *tecnología de organización* de las actividades que posibiliten el logro de las experiencias de aprendizaje, o de la *carrera*, constituye el ámbito académico para la concreción y el desarrollo de una carrera universitaria, del sistema de interrelaciones complejas que lo conforman, determinan y definen su instrumentalidad. A veces se usa el término *currículo* prácticamente como sinónimo de *carrera*, sin embargo ésta es el conjunto de actividades interrelacionadas (cambios de estado en los participantes) y el *currículo* no es, ni una cosa ni el estado de una cosa, es un concepto, un modelo de la organización del sistema de actividades que constituye la práctica de la enseñanza-aprendizaje para una *carrera* determinada.

El *currículo* o su *diseño* para una *carrera* \mathbb{C} depende del *enfoque* considerado, es decir, de la manera en que se conciba y traten los problemas relacionados con la *práctica* \mathcal{P} a enseñar (pe., la profesión de la medicina). El *enfoque* es una estrategia para resolver problemas, es decir, la manera de concebirlos y tratarlos^{xv}.

P26. El *modelo curricular* $\bar{\mathbb{C}}$ de una *carrera* se fundamenta en un *enfoque general*, por tanto depende: (i) de una *problemática* o conjunto de problemas concebibles (pe., la vinculación entre la concepción de la *práctica educativa* y la *definición básica* de la *práctica* que se enseña); (ii) de algún cuerpo o *sistema de conocimiento* relevante para tales campos o *medios de producción conceptuales* m^K ; (iii) un conjunto de metas u *objetivos*: el *aprendizaje*; (iv) una *concepción filosófica* o *andamiaje general*; (v) una *metódica* o *conjunto de métodos* (estrategia o política en general) (Figura 3).

P27. El *currículo* $\bar{\mathbb{C}}$ consiste de los siguientes elementos conceptuales: (i) un *programa* o *plan de estudios*: *PE*; (ii) un *método pedagógico*: *MP*; (iii) una *organización académica* \mathcal{O} ; en símbolos: $\bar{\mathbb{C}} = (PE, MP, \mathcal{O})$, donde $SE = PE \cup MP$ es un *sistema conceptual epistémico*. Es decir, $\bar{\mathbb{C}} \in m^K$, es un medio de producción conceptual. Estos elementos se definirán a continuación:

D22. Se llama *plan o programa de estudios PE* a un *modelo ideal* de los *contenidos epistemológicos* (cuerpo de conocimiento relevante) que se presupone un *estudiante* debe *aprender* durante la *carrera* \mathbb{C} (actividades de la enseñanza-aprendizaje) en una *práctica particular* \mathcal{P} (pe. medicina).

Es un *artefacto* o *sistema conceptual* diseñado, es decir, inventado como sistema conceptual de posibles contenidos epistemológicos por enseñar y por aprender en un período determinado y con una metodología específica, sirve de guía para la acción de los docentes y estudiantes, así como apoyo conceptual y metodológico para ambos. El *plan de estudios* debe contener los conocimientos esenciales que el profesor debe organizar para enseñar y que el estudiante debe aprender y adquirir como conocimiento, o sea todo lo que el estudiante al final del curso o carrera debe conocer.

P28. El *plan de estudios PE* es el instrumento fundamental, el *medio conceptual de producción* de la *enseñanza* o la *acción didáctica* \bar{E} y está fundamentado en un *sistema de conocimiento* (*conocimiento documentado*).

Se ordena a partir del saber porque refiere a los procesos específicos de cada disciplina y requiere una base epistemológica, en tanto la *epistemología* estudia la racionalidad (el *logos*) que se halla en la *episteme* (ciencia) (Herrera, 1983), base expresada especialmente en el *plan o programa de estudios*. El contenido y estructura de éste modelo depende del *enfoque* que define la carrera.

D23. El *método pedagógico MP* es una *metódica* o *sistema metódico*, es decir, “un *modelo operativo* conteniendo las secuencias ordenadas y los conjuntos de procedimientos relacionados” para guiar las actividades de enseñanza-aprendizaje \bar{E} , según el *PE*.

P29. La *metódica* es necesaria: (i) para la organización de los procesos definidos en el *currículo*, en especial en el *plan de estudios* y (ii) para el control del desarrollo del conocimiento adquirido por los estudiantes.

El conjunto de métodos o procedimientos es dependiente del tipo de práctica que se enseñe, de los *instrumentos tecnológicos* que se tengan, es decir, de los *medios de producción o artefactos materiales*: m^m y de la manera en que se transmita la *información* y se realice el *control* del desarrollo del estudiante (pe., la educación llamada a *distancia* implica una diferencia en los tres componentes del currículo señalados en el párrafo anterior). Las actividades constituyen, en general, un sistema de actividades humanas orientadas, idealmente representadas por un *sistema conceptual operativo*, a saber:

D24. El *sistema conceptual operativo* SO consiste del conjunto de condiciones y relaciones necesarias que determinan la *organización académica* O del currículo y la *acción didáctica* $\tilde{E} \in \mathcal{PE}$, según el conjunto conceptual $(PE \cup MP)$.

Como el propósito de la *educación* es desarrollar una cierta clase de individuo y sociedad, la PE requiere la implementación práctica de ideales filosóficos. Es decir, la PE está íntimamente relacionada con la filosofía. Toda cosa que sucede en la clase reposa sobre premisas filosóficas: deriva sus metas de la ética, su metodología de la epistemología y sus políticas administrativas y el *status* político de la filosofía social.

Como $\bar{C} \in m^k$, el *currículo* se puede considerar como una *superestructura cultural* de un *subsistema educativo* o de una *carrera* propia, perteneciendo al *ambiente interno* del sistema (art. 11, 12, 13), lo cual se analizará adelante. Entonces lo anterior puede explicitarse de la siguiente manera:

D25. Se llama *superestructura cultural* SK de una *carrera* C a un conjunto (*constructo*) $\bar{C} \in m^k$ o *currículo* conteniendo el *sistema de conocimiento* o *epistémico* SE (conocimiento documentado) y el *sistema operativo* SO , que determinan la *acción didáctica* $\tilde{E} \in \mathcal{PE}$. Sea: $SK = \{SO \cup SE\} \subset \mathcal{A}$.

P30. La *superestructura total* \hat{E} del *subsistema educativo* será la unión de dos conjuntos, sea: $\hat{E} = SPM \cup SK$.

P31. El *subsistema cultural educativo* SE se puede representar explicitando los componentes de la *quíntupla* o *modelo mínimo*, de la manera siguiente:

$$SE = \langle \bar{C}, \mathcal{A}, \mathcal{E}, (\mathcal{PE}), \hat{E} \rangle; \quad \mathcal{PE} = \tilde{K} \cup \tilde{M} \cup \tilde{L} \\ \tilde{K} = \tilde{E} \cup \tilde{D} \cup \tilde{I}; \quad \bar{C} = (K \cup M \cup L), \\ K = P \cup I \cup E, \quad \hat{E} = SPM \cup SK.$$

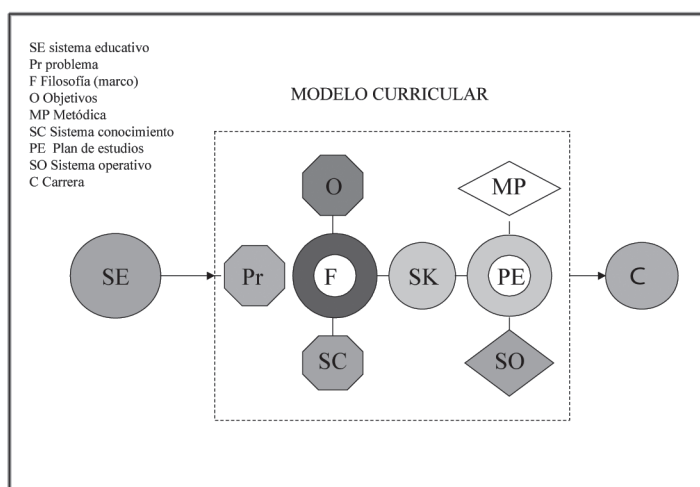


Figura. 3. Currículo
Fuente: (El autor).

Con $SE \subset U \subset K(\Sigma)$, $K(\Sigma)$ el *subsistema cultural* de la *sociedad* Σ , donde:

- (i) \bar{C} denota a la *composición* según las clases de práctica envueltas en la producción cultural del SE : *cultural* \tilde{K} , *administrativa* (política, técnica) \tilde{M} y *labor* \tilde{L} [ver postulados art.3];
- (ii) \mathcal{E} denota el conjunto de *relaciones sociales* correspondientes con la *producción cultural*, el cual es un subconjunto de las relaciones sociales totales de una sociedad dada, es decir, de su *estructura*. Como la *universidad* es un *subsistema cultural* las prácticas \tilde{L} y \tilde{M} están a servicio y función de los objetivos culturales;
- (iii) \mathcal{A} denota el *ambiente interno directo* que incluye al conjunto de los miembros de la *sociedad* (o del subsistema) relacionados con la *fuerza de trabajo* (pe. consumidores, recipientes de la producción cultural) y las *infraestructuras* específicas para cada práctica (pe. en medicina, hospitales) y la *superestructura* o los *componentes conceptuales* fijados materialmente relacionados con la práctica del subsistema;
- (iv) $\hat{\mathcal{E}}$ denota la *superestructura* que contiene el *currículo*.

La *práctica administrativa* que requiere el subsistema para su funcionamiento se subdivide en componentes asociadas a la partición de la composición detallada anteriormente. Esto se explicita de la manera siguiente:

P32. La *práctica académico-administrativa* \tilde{M} del *subsistema educativo* es la unión de los siguientes componentes: (i) administración del personal académico MD ; (ii) administración del elemento estudiantil ME ; (iii) administración del currículo MK ; y (iv) administración general (no-académica) MG , a saber: $\tilde{M} = MD \cup ME \cup MK \cup MG$.

Como lo que principalmente interesa en este artículo son las *carreras académicas*, no se incluirán en el análisis del subsistema las prácticas

administrativas relacionadas con las actividades de investigación en el mismo o fuera de él. Las actividades de investigación, que algunos componentes del subsistema educativo realizan, pueden formar parte de alguna unidad del mismo o de otro sistema independiente: centro o instituto de investigación. Esto depende del tipo de la organización de la universidad correspondiente. Lo importante para una carrera es la existencia de programas de investigación (y profesores que la hagan), y por otra parte, que en la metodología de enseñanza se incluya una orientación didáctica dirigida a que el estudiante desarrolle una formación científica o cultural abierta y crítica.

8. AMBIENTE DEL SUBSISTEMA EDUCATIVO

El *ambiente del subsistema educativo* es, en especial, el que incide en la capacidad de enseñanza e investigación y que es variable según el subsistema y la práctica que se enseña. Explícitamente:

P33. El *ambiente* o entorno \mathcal{A} del *subsistema educativo* contenido en el *ambiente* de la *sociedad*, es un entorno *apropiado* o *artefactual* por la *sociedad* que consiste de la unión de los conjuntos siguientes: $\mathcal{A} = \mathcal{A}_i \cup \mathcal{A}_e$, donde:

(1) \mathcal{A}_i denota al *ambiente interno* o *directo*, tal que: $\mathcal{A}_i = \mathcal{A}_i^m \cup \mathcal{A}_i^c$, donde: (i) \mathcal{A}_i^m denota al *ambiente interno material* que consistirá de: (a) la *infraestructura material* o *recursos físicos* propios del subsistema educativo o de la universidad: incluye edificaciones, instalaciones, talleres, archivos, equipos o artefactos para la enseñanza-investigación, laboratorios, instalaciones deportivas, áreas recreativas, etc.; (b) los *subsistemas concretos* diferentes al subsistema educativo pero de la misma universidad: otras escuelas, bibliotecas etc.; (ii) \mathcal{A}_i^c denota al *ambiente interno conceptual* (materializado) que consistirá de los elementos constituyendo a la *superestructura* del subsistema educativo.

(2) \mathcal{A}_e denota al *ambiente externo* conteniendo a todos los subsistemas de la sociedad, especialmente los subsistemas culturales (pe. otras universidades

nacionales o no, un ministerio de educación o de cultura, una asociación profesional, un sistema hospitalario, etc.).

9. ORGANIZACIÓN ACADÉMICA DEL SISTEMA EDUCATIVO

Las características de los componentes conceptuales de la *superestructura cultural* $SK = \overline{C} = (SE \cup SO) \in m^k$ determinan un conjunto de *relaciones* (o el conjunto de relaciones básicas y la red de condiciones) que forman parte de la *estructura del subsistema educativo*.

P34. El efecto de la *estructura del subsistema educativo* y la *carrera* específica (las relaciones culturales propias), produce una *partición* de la *composición* y del *ambiente* del *sistema educativo*, es decir, una *organización OA* de *SE*.

D26. Se llama *organización cultural material OA* del *subsistema cultural educativo* a la *partición* de los dos componentes concretos del subsistema, a saber: la *composición* \overline{C} y el *ambiente* \mathcal{A} según propiedades y funciones dependientes de la *carrera* o carreras que imparta.

Formalmente son *relaciones de equivalencia* que inducen una *partición* en los conjuntos de objetos materiales que conforman la *membrecía* o *composición* C y los elementos del *ambiente directo* \mathcal{A} , siendo cada *partición* la *organización cultural material* del *subsistema* en algún aspecto específico (pe., profesores).

En consecuencia, para construir un *modelo* de la *organización material* del *sistema* (*partición* de la *composición* y del *ambiente*), que realiza o hace efectiva a la *carrera académica* correspondiente (escuela, departamento), hay que determinar en primera instancia las propiedades (cuantificadas o no) de los componentes, lo cual se detallará en lo que sigue. La valuación de estas s propiedades permiten determinar la *estructura* u *organización cultural* correspondiente y por tanto el *estado* del subsistema (escuela en relación a la *carrera*), respecto a la *composición* (*de profesores*) y al *ambiente* en un período dado. Esto lo trataremos en lo que sigue.

10. PROPIEDADES DE LA COMPOSICIÓN

Cada componente individual e de la *composición* se puede representar por medio de sus *atributos* (o propiedades), la totalidad s de los cuales constituyen una *base de datos* del *subsistema educativo*. Denotado simbólicamente: $e_{ji} \subset C_{ji} | e_{ji}(p_j)$, donde $e_j(p_j)$ se lee: “el componente individual e_{ji} de la *partición* i o C_{ji} , tal que tiene propiedades p_j ”. Se describirán o enumerarán algunas de las propiedades de la *composición* cuyo conocimiento permitiría determinar la *organización material académica* del subsistema.

10.1 Personal académico (docencia: profesores; investigación: investigadores): elementos del conjunto $\mathbb{P} = P \cup I$.

Se separan aquí las propiedades del personal académico en: (a) bio-sociales (pe., edad, género); (b) sociales externas al sistema (datos académicos, profesionales, etc.), las cuales no dependen de su asignación al subsistema educativo o escuela y (c) las *sociales internas* al sistema o las que corresponden al *sistema educativo* mismo y que lo determinan en el sentido de la *composición*; sea:

- (a) Datos personales bio-sociales (pe. sociodemográficos, género, edad, estado civil, cantidad de hijos, etc.).
- (b) Datos académicos y profesionales: profesión, grados académicos; experiencia académica: (pe. años en docencia, calificación en docencia), experiencia en investigación (años); experiencia profesional (en años); campo de especialización; producción cultural general (publicación científica, tecnológica, o artística, conferencias, etc.).
- (c) Datos laborales: tiempo y tipo de empleo en la universidad (estabilidad), carga académica: por horas o jornada parcial o total, horas de clase; horas en investigación, horas de atención a estudiantes, categoría académica, cursos dictados.

Los datos anteriores permiten determinar las propiedades sistémicas (totalidad de la carrera) respecto a este componente en el subsistema (es decir, en relación con la función) y cuantificarlas por medio de las relaciones numéricas o índices del subsistema, algunas de las cuales son:

- (d) Cantidad de profesores según su tipo de jornada, su grado académico, su experiencia profesional, su experiencia docente, su calificación en docencia, etc.; carga académica (distribución del tiempo laboral): cantidad de cursos, tiempo asesoría académico-curricular a estudiantes, cantidad de tesis dirigidas; número de publicaciones y de investigaciones por período, etc.
- (e) Relaciones numéricas o índices del subsistema: horas-hombre docencia o investigación, relación docencia/investigación (razón en horas-hombre), relación grado académico/nivel del programa, relación horas parciales/horas tiempo completo, cantidad o relación del número de profesores/alumno según calidades; relación profesor/alumno en horas, número de grupos atendidos por profesor.

10.2 Estudiantes: elementos del conjunto E.

En esta sección, al igual que en las anteriores, se obtiene la información general sobre los estudiantes matriculados en una carrera o en una escuela, separándolos en datos sobre las propiedades, sean independientes o no de su asignación al subsistema, como sigue:

- (a) Datos biosociales no dependientes de su asignación al subsistema (sociodemográficos, edad, género, estado civil, etc.).
- (b) Datos sobre las propiedades de este componente según su función en el subsistema: nivel de estudios, condición académica (notas), tiempo en la carrera, becado o no, etc.

Análogamente a lo descrito en el punto 10.1 se tiene:

- (c) Propiedades sistémicas o sociales de la composición estudiantil en el subsistema: edad promedio de la población estudiantil, número de estudiantes matriculados en la carrera, cantidad de estudiantes con trabajo externo y de becados, cantidad de estudiantes por curso o por nivel, tiempo promedio de graduación (datos en incisos a y b anteriores).
- (d) Relaciones o índices relevantes del subsistema: índices de rendimiento académico, índices o tasas de deserción, aprobación y reprobación de cursos, índices de graduación (pe., número de graduados en los últimos cinco años), créditos recibidos promedio.

10.3 Personal no académico (administradores y labor): elementos de los conjuntos M y L respectivamente.

Esta sección es análoga a la anterior, salvo el tipo de componentes y sus funciones en el subsistema, a saber:

- (a) Datos personales biosociales (pe. sociodemográficos, edad, estado civil, hijos, etc.).
- (b) Datos profesionales de este componente según su función, grado académico, profesión, etc.
- (c) Datos laborales: tiempo y tipo de empleo en la universidad (estabilidad): por horas o jornada parcial o total, calificación.

Análogamente a lo descrito en el punto 10.1 se tiene:

- (d) Datos sobre las propiedades de este componente en el subsistema: cantidad de administradores según grados, jerarquías, etc. deducidas de los datos (b) y (c);
- (e) Relaciones o índices: número de administradores/profesores, administradores/alumnos; edad promedio, etc.

11. ORGANIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN

El conocimiento de las propiedades de la partición de la *composición* correspondiente al grupo de *personal académico* (profesores, investigadores), indicadas en 10.1: (b) y (c), se pueden ordenar mediante una representación de *vectores* o *matrices columna*: $\{\bar{P}_j\}, \{\bar{I}_j\}$, donde $j = 1, 2, \dots, p$ y $j = 1, 2, \dots, c$ respectivamente, son el número de propiedades relevantes del subsistema determinadas en 10.1: (d).

La valuación de estas propiedades, sea: $\{\bar{P}_j\}, \{\bar{I}_j\}$, permiten determinar la estructura u *organización cultural* correspondiente y por tanto el *estado* del *subsistema educativo* (escuela en relación a la *carrera*), respecto a la *composición (personal académico)* en un período dado (figura 4). De tal matriz se pueden obtener los datos relacionales o los índices que se consideren relevantes, como los indicados en el artículo 10.1: (e). También a partir de los datos de 10.1: (a) se puede definir la *organización biosocial* $\{\bar{G}_j\}$ de esta *composición*.

Análogamente a 10.1, el conocimiento de las propiedades de la partición correspondiente al grupo *estudiantes*, indicadas en 10.2: (b), se puede representar por un vector o matriz columna: $\{E_j\}$, donde $j = 1, 2, \dots, e$ es el número de propiedades relevantes del subsistema indicadas en el artículo 10.2: (c). También de tal matriz se pueden obtener la matriz valuada correspondiente $\{\bar{E}_j\}$ y los datos relacionales o los índices indicados en el artículo 10.2: (d) que se consideren relevantes.

Análogamente al artículo 10.1, el conocimiento de las propiedades de la partición correspondiente al grupo de *personal administradores* M , indicadas en el artículo 10.3: (b) y (c), permite deducir el vector o matriz columna: $\{M_j\}$, donde $j = 1, 2, \dots, m$ es el número de propiedades relevantes del subsistema indicadas en el artículo 10.3: (d).

De los datos indicados en el artículo 10.3: (a) se puede obtener la matriz correspondiente a la *organización biosocial* de la *composición* de *administración*. Análogamente se pueden obtener las matrices valuadas $\{\bar{M}_j\}$ y los datos

relacionales o los índices (d) que se consideren relevantes. De manera análoga con la partición de la labor L .

Esta partición $\{\bar{M}_j\}$ de la *composición* se particiona a su vez, según la *función* que le corresponde en la *práctica administrativa* del *subsistema educativo*, es decir, ya sea que realice las funciones de: (i) *administración del personal académico*, (ii) *administración del elemento estudiantil*, (iii) *administración del currículo* y (iv) *administración general (no-académica)*. Esto implica que la partición $\{\bar{M}_j\}$ se puede descomponer en cuatro matrices columna.

Sea $\{C_{ji}\}$ la matriz (vector columna) que representa a cada uno de los conjuntos de las $i = P, I, E, M, L$ particiones (clases homogéneas, relaciones de equivalencia: \sim_i) de la *composición*, tales que: (i) a cada una le corresponde un tipo i de *práctica* componente del conjunto de prácticas cultural, administrativa y labor y (ii) tiene $j = 1, \dots, q$ propiedades, donde $q = p, c, e, a, m, l$ respectivamente para cada elemento de la partición. Para simplificar la notación se usará la simbología siguiente: $(C_{jp} = P_j), (C_{jl} = I_j), \dots, (C_{jl} = L_j)$. En consecuencia:

P35. La representación conceptual de la *organización material de la composición* es la unión de todas las *matrices columna* (o vectores) resultantes para las distintas particiones y por tanto la *matriz organización* $\{C_{ji}\}$ de la *composición*:

$$\{C_{ji}\} = \{P_j \quad I_j \quad E_j \quad M_j \quad L_j\}.$$

Debe observarse que como j es distinta en cardinalidad en cada caso, para construir esta matriz es necesario introducir ceros en las casillas donde no exista propiedad alguna.

Si a cada entrada de tal matriz se le asigna un número indicando la cantidad de profesores con esa propiedad en el sistema se obtienen particiones “cuantificadas” (cada entrada es una propiedad cuantificada), lo cual se denotará como sigue:

$$\{\bar{C}_{ji}\} = \{\bar{P}_j \quad \bar{I}_j \quad \bar{E}_j \quad \bar{M}_j \quad \bar{L}_j\},$$

Donde esta es una matriz de componentes valuadas cuantitativamente (parámetros, índices, etc.).

12. PROPIEDADES DE LA SUPERESTRUCTURA

Se describen a continuación algunos de los elementos relevantes de la *superestructura* cuyo conocimiento permitiría determinar la *organización del ambiente*.

12.1 Superestructura cultural: SK.

Los componentes de la superestructura cultural contienen elementos operativos y epistémicos, algunos de los cuales se describen a continuación:

- (a) *Enfoque*: problemática, objetivos, cuerpo o sistema de conocimiento, metodología, andamiaje filosófico; orientación curricular, perfil académico profesional, grado académico y título otorgado.
- (b) *Organización* de las materias o cursos componentes (pe., un organigrama o una red), requisitos y prerrequisitos de cada curso, materias obligatorias, optativas, de laboratorio o prácticas; períodos lectivos: semestrales, cuatrimestrales, etc.; tipos de pruebas y normas de calificación, normas para la graduación; secuencia de apertura de cursos. Número de unidades de estudio o créditos por curso o materia, cantidad por nivel y cantidad total de créditos de toda la *carrera*;
- (c) *Contenidos conceptuales de los cursos y actividades*: (i) resumen de los objetivos particulares, (ii) descripción de los temas básicos, (iii) proyectos y temas de investigación, (iv) condiciones de evaluación y (v) referencias, bibliografía.

Este componente es el elemento fundamental para valorar una *carrera*, pues la determina conceptualmente, en el nivel del saber cultural que el sistema educativo desea o se propone

que el estudiante alcance. En cada campo hay contenidos epistémicos y habilidades que se consideran necesarios y relevantes, los que dependen de varios factores descritos en general en el art. 7. Una descripción más amplia se da en el inciso 12.2.1 correspondiente a la superestructura académica administrativa.

El *plan de estudios PE*, no es un *agregado* de cursos o temas, sino un *sistema conceptual* (cursos o temas, redes, teorías, problemas, contextos, etc. vinculados en forma lógica y epistémica), por lo que para determinar sus propiedades es necesario que se documenten todos los datos y aspectos necesarios para su realización y para la comprensión de su contenido y objetivos.

Todos los elementos conceptuales fijados materialmente pertenecen al *ambiente interno* del subsistema.

12.2 Superestructura político-administrativa (SPM)

La *superestructura político-administrativa global* se divide en la *académico-administrativa SM* y la *política-administrativa SPI* [art. 6]. La primera corresponde con la *práctica académica-administrativa M* del subsistema (art. 7) y de la carrera correspondiente.

12.2.1 Superestructura académica-administrativa SM.

Algunos de los objetos básicos del conjunto, particionados según el tipo de práctica administrativa (art. 7), serían los siguientes:

- (a) *Administración del personal académico (MD)*: incluye la descripción e información básica de normas y programas con los que se administra la actividad del personal académico, que definen una componente de la *superestructura administrativa* relacionada con la composición del personal académico (*SD*): requisitos de selección, planes de mejoramiento (programa de becas), métodos

de evaluación del desempeño, normas para el aseguramiento de la estabilidad laboral, normas y planes para el desarrollo de incentivos académicos, la condición académica, etc.

- (b) *Administración del elemento estudiantil (ME)*: incluye la descripción e información básica de normas y programas con los que se administra la actividad estudiantil, igual al conjunto de documentos producidos y requeridos, que definen una componente (SE) de la *superestructura administrativa* relacionada con la composición estudiantil (o conjunto E): información general sobre la escuela y carrera, admisión (procedimientos, criterios), requisitos de ingreso (condición del diploma estudios secundarios), requisitos de graduación; requisitos para la convalidación de estudios y transferencia de estudiantes (interna, externa), traslados de carrera, condiciones de bienestar estudiantil: deberes y derechos de los estudiantes, requisitos para la evaluación estudiantil, ayuda psicológica, etc.

- (c) *Administración del currículo académico (MK)*: incluye la descripción e información básica de las normas y programas con los que se administra el *currículo* o la actividad académica curricular. Conjunto de propiedades dadas en documentos producidos y requeridos, que definen el componente (SK) de la *superestructura cultural* relacionada con el componente *curricular* [art. 7]: diseño general del sistema administrativo: estrategia pedagógica del sistema de enseñanza, normas *metodológicas*, definición del cupo total y por curso, métodos de control y evaluación del cumplimiento del plan de estudios: sistema de matrícula, expediente estudiantil, certificación de calificaciones; normas de evaluación del aprendizaje, normas para el reconocimiento de materias, sistema de control del cumplimiento de requisitos y prerrequisitos del plan de estudios; condiciones para la ejecución del plan de estudios: duración, periodicidad de los ciclos lectivos y de los cursos correspondientes, condiciones de rendimiento académico; requisitos para

la graduación: tipo de tesis, proyecto, etc. según el grado académico. Programas de conferencias, mesas redondas, talleres de reflexión académica, etc., programas de auto-evaluación de las carreras y la investigación, de difusión y extensión, de relación con otras unidades académicas.

- (d) *Administración general (MG)*: incluye todas las funciones coadyuvantes de las indicadas en (a,b,c), así como la administración de la *economía* del subsistema: determinación y control de los recursos económicos y financieros, de los costos de las actividades de la unidad académica o escuela sede de la carrera (s) correspondiente (s). El conjunto de algunos de los documentos que definen la *superestructura* relacionada con *administración general*, sea (SG) son: datos económicos-financieros (recursos), presupuesto, montos de inversión en docencia, administración e investigación. Sistemas de información, archivo y registro. Determinación y estadística sobre la organización del sistema, es decir, de todos los elementos ya descritos en este artículo.

Así la *superestructura académico-administrativa* del *subsistema educativo* es la unión de los conjuntos descritos en (a,...,d), es decir, simbólicamente: $SM = SD \cup SE \cup SK \cup SG$, que corresponden con las *prácticas académica-administrativas* [art. 7].

12.2.2 Superestructura política SPI.

Este conjunto contiene los principios, la misión los objetivos, las normas generales de la universidad y las particulares del subsistema, las cuales dependen del tipo de universidad, etc. De éstos dependen la dirección de sus actividades políticas, económicas y culturales. Entre otros elementos por considerar están:

- (a) *Organización* de la unidad académica (subsistema concreto o *escuela*) que dicta la carrera, la cual se puede representar formal y pictóricamente por medio de un *organigrama* de funciones, indicando pe.: jerarquías,

departamentos especiales, dirección de la escuela o de la carrera, etc. Como depende del currículo diseñado, debe servir sus propósitos y varía con el mismo.

- (b) Datos y documentos indicando la misión y los objetivos institucionales, organización política, etc. de la *universidad* y del *subsistema educativo* en estudio.

13. PROPIEDADES DEL AMBIENTE INTERNO

A continuación se describen algunos elementos relevantes del *ambiente* o entorno físico “interno” \mathcal{A}_i al *subsistema* que nos permitiría determinar su *organización*.

13.1 Infraestructura material (física, biológica, etc.) \mathcal{A}_i^m : el conjunto de las propiedades descritas a continuación se denotará con SF.

- (a) Planta física (ambiente académico): área para aulas, área para talleres y laboratorios, área para oficinas de profesores, área para estudiantes, área administrativa, áreas de uso general (pe. salas), áreas recreativas.
- (b) Recursos o medios materiales para la enseñanza: laboratorios, grado de equipamiento de los laboratorios y otro tipo de instalaciones (pe., en medicina, salas para cirugía, etc.) y de medios materiales (pe. reactivos químicos, elementos para la actividad artística, etc.); equipamiento general: recursos multimediales e informáticos, ordenadores, etc.
- (c) Sistemas de información: biblioteca, hemeroteca: áreas, datos con cantidades de libros, revistas, *software* existentes, archivos. Contiene todo el producto conceptual académico de la universidad o del subsistema fijado materialmente.
- (d) Subsistemas educativos vinculados: enumeración de *escuelas* y carreras existentes en la *universidad*, necesarias para el subsistema

educativo específico (pe. matemáticas para física o ingeniería, biología o bioquímica para medicina, etc.), *centros o sistemas de investigación* existentes, etc.

13.2 Ambiente interno conceptual: \mathcal{A}_i^c : el conjunto de las propiedades que constituyen la superestructura, se denotará con: SK, SPM, resulta [artículo 12]:

- *Superestructura cultural:* $SK = \{SO \cup SE\} \in \mathcal{A}$;
- *Superestructura política-administrativa:*
 $SPM = \{STI \cup SM\} \in \mathcal{A}$, donde:
 $SM = SD \cup SE \cup SK \cup SG$.

14. ORGANIZACIÓN DEL AMBIENTE INTERNO

Análogamente con la *organización material* de la *composición*, ahora se puede hacer lo mismo con los componentes relevantes del *ambiente interno directo* $\{A_{ji}\} \subset \mathcal{A}^{xvi}$. El conjunto de objetos constituyendo el *ambiente directo* del subsistema educativo correspondiente y su carrera se particiona en correspondencia con las características o propiedades obtenidas anteriormente en artículo 13, lo que permitirá el conocimiento del *estado de la organización del ambiente interno* y su *valuación* (figura 4). Así se tiene lo siguiente:

- (i) El conjunto de objetos (datos) que constituyen las propiedades de la *superestructura cultural* del subsistema SK [artículo 12.1] se representan mediante una matriz columna, sea \bar{S}_{jK} , $j = 1, \dots, x$. Estos se pueden separar en subconjuntos según la terna conceptual del currículo;
- (ii) El conjunto de objetos (datos) que constituyen las propiedades de la *superestructura académico-administrativa* del subsistema o unión de los conjuntos descritos en el artículo 12.2.1: $SM = SD \cup SE \cup SK \cup SG$, se representa mediante una matriz columna, sea S_{jM} , $j = 1, \dots, y$;

- (iii) El conjunto de objetos (datos) que constituyen las propiedades de la *superestructura político-administrativa* del subsistema: $S_{j\Pi}$, descritos en el artículo 12.2.2, se representa matricialmente por la matriz columna: $S_{j\Pi}$, $j = 1, \dots, z$;
- (iv) El conjunto de objetos (datos) que constituyen las propiedades de la *infraestructura material* SF del subsistema [13.1], o la matriz columna: S_{jF} , $j = 1, \dots, u$.

Sobre estos conjuntos de objetos se puede considerar su cuantificación (asignando una cantidad) o enumeración de elementos (asignando un numeral) o simplemente por descripción.

P36. La *organización del ambiente directo* se puede representar mediante una sola matriz $\{S_{ji}\}$ unión de las anteriores, o *matriz organización del ambiente*; en forma simbólica resulta:

$$\{\bar{S}_{ji}\} = \{\bar{S}_{jF} \quad \bar{S}_{jK} \quad \bar{S}_{jM} \quad \bar{S}_{j\Pi}\},$$

donde esta es una matriz de componentes valuadas cuantitativamente (parámetros, índices, etc.). Es decir, aquí $S = (S_{jF} \cup S_{jK} \cup S_{jM} \cup S_{j\Pi}) \subset \mathcal{A}_i$ es el conjunto de componentes materiales que constituyen el *ambiente interno* en forma matricial $\{S\} = \{\bar{A}_{ji}\}$ (elementos en el ambiente) o $\bar{S}_{jF}, \bar{S}_{jK}, \bar{S}_{jM}, \bar{S}_{j\Pi}$

son respectivamente, los elementos de las casillas valuadas correspondiendo con las particiones: *infraestructura material* (física, biológica, etc.) SF , las *superestructuras*: *cultural* propiamente SK , *académico-administrativa* SM y política $S_{j\Pi}$. Obsérvese que en este caso las entradas de las casillas son heterogéneas: conjuntos de cosas humanas o no, artefactos, documentos, etc.

15. HISTORIA DEL SUBSISTEMA Y SU VALUACIÓN

La familia de todas las organizaciones da la *organización cultural total* del subsistema en un *tiempo* dado, la cual es una *propiedad sistémica* y análogamente, sus componentes. Esta organización se puede representar por medio de modelos, sean redes o grafos dirigidos y matrices asociadas. La *cultura* de una *sociedad* o el sistema *concreto cultural* está históricamente en algún *estado*, el cual se puede describir en un tiempo específico con las matrices que representan a la *estructura* o la *organización cultural*, o conjunto de propiedades en un tiempo o en un período histórico. Esto permite conocer las actividades culturales del sistema, qué ha hecho y qué está haciendo, pues las *matrices organización* cuantificadas dan una descripción cuantitativa de la membresía de cada grupo cultural o de

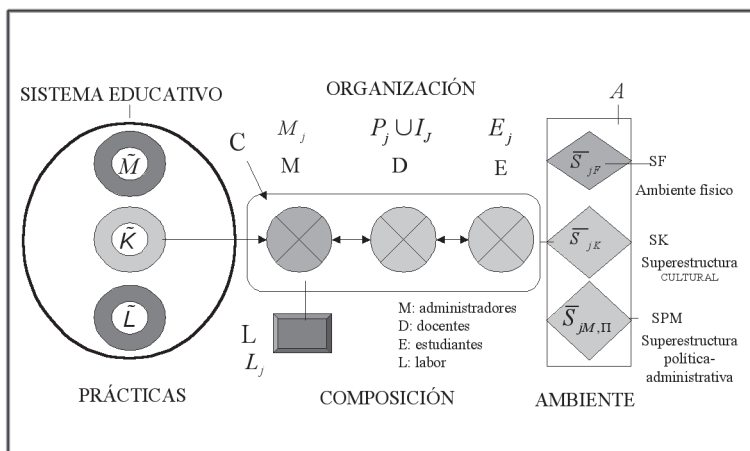


Figura. 3. Organización Sistema Cultural
Fuente: (El autor).

los objetos relevantes del ambiente. Además, las variables asignadas se pueden relacionar mutuamente [ver pe. lo indicado en artículos 10.1e, 10.2d y 10.3d] o respecto alguna población total para obtener *índices de densidad estructural* en un tiempo dado del subsistema y construir la matriz correspondiente que daría un aspecto del *estado de la cultura*, es decir, en este caso del *subsistema cultural de docencia* de una escuela universitaria específica o de toda la *universidad*.

Las matrices $\{\bar{C}\}$ y $\{\bar{S}\}$ obtenidas en este estudio son la representación conceptual (formal y cuantificada) de la *organización material* de la *composición C* y del ambiente *A* del *subsistema educativo*, un subsistema del *sistema cultural* de la *sociedad* respectiva en un momento histórico dado del desarrollo social. Para *evaluar* uno de tales subsistemas o sus actividades (carreras), es necesario diseñar una *organización ideal*, es decir, la correspondiente *matriz organización ideal* o *referencial*, la cual serviría de *marco de referencia* comparativo con la *organización real* de algún subsistema. Así si se denota con $\{\bar{C}_i\}$ la *organización* de la *composición ideal de referencia* y $\{\bar{C}\}$ es la supuesta real en un tiempo dado, entonces la matriz: $\{\Delta\bar{C}\} = \{\bar{C}_i\} - \{\bar{C}\}$ sería la *medida de la desviación* respecto a la *referencia* y por tanto permitiría aplicar al subsistema (o su carrera) el *atributo de calidad* (como un tipo de propiedad sistémica).

A estos elementos de la *organización* se puede agregar una representación matricial (o de otro tipo) del conjunto de *prácticas particulares* componentes de la *administrativa M* del *subsistema educativo* correspondiente, a saber: $\bar{M} = \{MD \ ME \ MK \ MG\}$, con el objeto de la *valuación de las actividades* mismas, mediante el análisis del cumplimiento de sus objetivos (pe., los de una carrera).

Obsérvese que el *marco de referencia* (organización ideal), en el caso de la *superestructura epistémica* depende en algunos casos de factores ideológicos, doctrinarios o filosóficos respecto al contenido del campo del saber que se trata [ver art. 7], por lo que pueden existir varios de ellos y por tanto el análisis de las “medidas de desviación” son relativas al

marco seleccionado. En general el marco teórico desarrollado en este estudio podría ser, a criterio del autor, solo un elemento de base y una guía para la *autoevaluación* de subsistemas de enseñanza.

El seguimiento de los cambios en el tiempo de las matrices de la *organización cultural* y de sus datos de densidad respectivos, permitiría determinar la *historia* del sistema (su movimiento o cambio), su evolución, desarrollo y progreso. Para ello sería necesario conocer los estados del subsistema o la variación de las matrices $\{\bar{C}(t)\}$ y $\{\bar{S}(t)\}$ funciones del tiempo, es decir, construir el *espacio de los estados* de la *composición*, sea $\{\bar{C}(t)\} = \{\bar{C}_{ji}(t)\}: T \rightarrow R^n$, y análogamente para el ambiente $\{\bar{S}(t)\} = \{\bar{A}_{ji}(t)\}: T \rightarrow R^n$, donde $t \in T$ es la coordenada tiempo. Obviamente que esto solo es posible cuando se tienen los datos históricos respectivos.

Finalmente, es necesario indicar que debido a las interrelaciones entre los subsistemas (pe. el educativo) pertenecientes a un sistema determinado (pe., universidad), el desarrollo y el estudio de un subsistema específico, no es independiente del sistema cultural total y menos aún, el resto de los subsistemas de la sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bunge, M. (1999). *Philosophy of science*. New Brunswick, U.S.A. London: Transaction Publishers.
- Bunge, M. (1972). *La investigación científica*. (2ª. ed.). Barcelona: Ediciones Ariel.
- Bunge, M. (1977). *Treatise on basic philosophy*. Volume 3. New York: Dordrecht: D. Reidel Publishing Co.
- Bunge, M. (1979). *Treatise on basic philosophy*. Volume 4. New York.: Dordrecht: D. Reidel Publishing Co.
- Bunge, M. (1983). *Treatise on basic philosophy*. Volume 5. New York: Dordrecht: D. Reidel Publishing Co.

- Bunge, M. (1980). *Epistemología*. Barcelona: Ediciones Ariel.
- Bunge, M. (1998). *Social science under debate. A philosophical perspective*. Toronto: University of Toronto.
- Cajas, F. (1993). Ingeniería didáctica. *Ingeniería*, 3(2): 21-27.
- Cajas, F. (1993). ¿Necesitan teorías los educadores en matemáticas?. Ponencia presentada en la Séptima Reunión Centroamericana y del Caribe sobre Formación de Profesores e Investigación en Matemática Educativa, Ciudad de Panamá, Panamá. 270-275.
- Herrera, R. (1975). *Educación en Ingeniería*. Ponencia presentada en el Primer Congreso de Ingeniería. Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- Herrera, R. (1983). *Bases conceptuales para la enseñanza y aprendizaje de la Ingeniería*. En: Congreso Ingeniería, Métodos de la Enseñanza de la Ingeniería, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, San José, Costa Rica.
- Herrera, R. (1987a). *Educación y tecnología*. San José: Vicerrectoría de Docencia de la Universidad de Costa Rica.
- Herrera, R. (1987b). *Universidad y cultura general*. En: Estudios Generales: reflexiones de los decanos, San José: Vicerrectoría de Docencia de la Universidad de Costa Rica.
- Herrera, R. (1989a). La práctica tecnológica. *Filosofía*. 27 (66): 349-359.
- Herrera, R. (1989b). *Technology and society*. In: Proceedings of ASSE, Annual Conference, Lincoln, Nebraska.
- Herrera, R. (1989c). *Relation between continuing engineering education and traditional engineering education*. In: Fourth World Conference of Continuing Engineering Education, Beijing, China.
- Herrera, R. (1990a). Tecnología y sociedad. *Filosofía*. 27 (67/68): 77-84.
- Herrera, R. (1990b). Crítica al modelo ortodoxo de la enseñanza de la Ingeniería e ideas para su modificación. *Tecnología en Marcha*, 1 (10): 3-16.
- Herrera, R. (1991a). *Cultura general y especialidad*. Ponencia presentada al Tercer Congreso Centroamericano y del Caribe de Historia de la Ciencia y la Tecnología, San José, Costa Rica.
- Herrera, R. (1991b). Sistemas conceptuales de la tecnología. *Ingeniería*. 1(1): 67-68.
- Herrera, R. et al. (1991c). *Propuesta / Nuevo modelo organizacional*. San José: Consejo Universitario de la Universidad de Costa Rica.
- Herrera, R. (1991d). *Tecnología: un marco teórico*. En: Ciencia y Tecnología en la Construcción del Futuro. Asociación Costarricense de Historia y Filosofía de la Ciencia, Universidad Costa Rica. San José: Ángel Ruiz.
- Herrera, R. (1992a). Los Sistemas tecnológicos concretos. *Ingeniería*. 2 (2): 43-58.
- Herrera, R. (1992b). *Desarrollo tecnológico y formación profesional: prospectiva al ingeniero civil del siglo XXI*. Ponencia presentada al V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, San José, Costa Rica.
- Herrera, R. (1995) Ingeniería: un marco conceptual. *Ingeniería*. 1 (1).
- Herrera, R. (1996). Algunas tesis sobre la tecnología. *Filosofía*. 34 (83-84): 365-384.
- Herrera, R. (1998). Teorizando sobre la socio-naturaleza. *Filosofía*. 36 (88/89): 401-412.

Herrera, R. (1989). *Un mapa sistémico: una clasificación general de los sistemas*. Originalmente presentado y publicado en la memoria del Tercer Congreso Centroamericano y del Caribe de Historia de la Ciencia y la Tecnología, Costa Rica, 1989, bajo el nombre de *Un Mapa Sistémico*; versión nueva: 2002 en: <http://cariari.ucr.ac.cr/~macalvoh/>

Herrera, R. (2001). *Teoría general de sistemas: notas de clase*. San José: Posgrado en Ciencias Cognoscitivas de la Universidad de Costa Rica.

Herrera, R. (2004). *Ciencia, tecnología y sociedad: consideraciones filosóficas*. Ponencia presentada en la Quinta Jornada Latinoamericana de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (V ESOCITE: la Construcción de la Tecnociencia en la Sociedad Latinoamericana Contemporánea), Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES). (2000). *Manual de acreditación, CONARE, OPES*, Costa Rica.

NOTAS

- i *Sociedad* es una categoría filosófica (en particular ontológica) porque es un concepto común a todas las ciencias y tecnologías sociales y biosociales.
- ii los símbolos \in , \subset , \cup , \cap significan respectivamente: “es un miembro de”, “está incluido en”, “suma lógica (unión de conjuntos)”, “producto lógico (intersección de conjuntos)”.
- iii Se usará la abreviación ‘pe.’ en sustitución de “por ejemplo”
- iv Usando un *fictionismo metodológico* se tratan como si existieran por sí mismos.
- v Un *proceso* es una secuencia de estados en una cosa material (pe. la digestión, percepción o pensamiento son los procesos del aparato digestivo, o del sistema nervioso central respectivamente).
- iv El *estado* de una *cosa material* en un instante dado y en relación a un marco de referencia dado, es la totalidad de sus propiedades en el tiempo dado y relativas a ése marco. Cada estado es representable por un valor particular de una *función estado* F de donde el estado de la cosa en t es $F(t)$. El concepto de *estado* es central para toda ciencia y ontología Bunge, (1977).
- vii Estos conceptos son desarrollados ampliamente por el autor en otros artículos (Herrera 2003).
- viii El concepto general de *tecnología* utilizado se desarrolla extensamente en artículos del autor y otros en la bibliografía adjunta (Herrera, 1991, 1999, 2003).
- ix Esta definición cubre la adquisición de nuevas formas de comportamiento, ya que éste es controlado por el sistema nervioso central, o sea la definición anterior abraza el concepto de comportamiento: aprendizaje para realizar algún movimiento. Además no se está asumiendo que el estímulo para el aprendizaje sea solo externo, ni que lo que es aprendido concierne solo al ambiente, pues pe. el aprendizaje de teorías es de diferente clase. Otro aspecto a resaltar es que el aprendizaje es individual, no hay aprendizaje social, pues afirmar que un grupo social puede aprender algo significa que algunos de sus miembros pueden aprender por adaptación Bunge, (1983).
- x No hay contraposición entre el *saber* y el *hacer*, ambos tienen un objetivo común que los vincula: el saber mismo. Desde el punto de vista didáctico lo que tiene en común el saber científico y tecnológico, es el hecho que deben basarse en líneas de aprendizaje que lleven a criterios similares en los procesos de formación Herrera, (1983).

- xi Enseñar consiste, básicamente, en ordenar sistemáticamente el proceso de los obstáculos que debe superar un alumno en la búsqueda del saber.
- xii Por *comunicación* se entiende la transmisión de una señal cognoscitiva o mensaje, que incluye algún conocimiento: sean datos, conjeturas, preguntas, instrucciones y comandos.
- xiii Una *regla* es una prescripción para hacer algo, sea manual, intelectual o social.
- xiv La *superestructura* puede considerarse como existiendo conceptualmente, un *dualismo epistemológico* usual, pero como todo sistema conceptual es una ficción, solo existen en tanto hayan seres que los piensen, tiene existencia conceptual no material. En la sociedad existe ideológicamente como el sistema de ideas que define y determina o condiciona a los individuos.

- xv Por ejemplo, el problema de la naturaleza de la mente se puede enfocar en la manera tradicional de la sicología mentalista o de forma científica según la sicobiología, es decir, neurobiológicamente.
- xvi O sea, consistente del conjunto de elementos y sus propiedades: $a_{ji} \subset A_{ji} \mid a_{ji}(p_j)$.

SOBRE EL AUTOR

Rodolfo Herrera Jiménez

Doctor en Ingeniería Civil

Profesor Emérito de la Universidad de Costa Rica.

Miembro del Consejo del Postgrado en “Ciencia Cognoscitiva” de la Universidad de Costa Rica;

Miembro del Consejo del Sistema Acreditación de la Educación Superior (SINAES), Costa Rica.

Teléfono: (506) 2253-4549, 2224-7090

Apartado: 106-2050

Correo electrónico: rodolfoh@racsa.co.cr