

LA HOLÓNICA COMO MARCO PARADIGMÁTICO PARA EL DISEÑO DE INTERFACES

Francisco Aguayo González⁽¹⁾, Juan R. Lama Ruiz⁽¹⁾, Mariano Marcos Barcena⁽²⁾, Manuel Sánchez Carrilero⁽²⁾, Víctor Soltero Sánchez⁽¹⁾.

(1) *Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla.*

(2) *Escuela Superior de Ingeniería de Cádiz.*

SUMMARY

Initially we propose the principles that constitute the holonics system and how these satisfy the law of required variety proposed by Ashby, for its projection in the formalization of the usability engineering, as well as for the design and development of holonic interfaces that satisfy the principles of autonomy, autoassertivity and cooperation, from their identification of collaboration's domain and the establishment of their competences that it has to integrate in their cooperation's domain.

RESUMEN

Inicialmente proponemos los principios que constituyen los sistemas holónicos y cómo estos satisfacen la ley de variedad requerida propuesta por Ashby, para su proyección en la formalización de la ingeniería de la usabilidad, así como para el diseño y desarrollo de interfaces holónicas que satisfagan los principios de autonomía, autoasertividad y cooperación, desde la identificación de su dominio de colaboración y el establecimientos de la competencias que ha de integrar en sus dominios de cooperación.

1. INTRODUCCIÓN

La disciplina de Human Computer Interaction como la define la ACM (Association for Computer Machine) es un subcampo de la ergonomía del diseño de interfaces que se ocupa del diseño, evaluación e implementación de sistemas interactivos para el uso por los humanos, desde la consideración de los distintos aspectos que son relevantes para una optimización global.

Al ser la interface un concepto focal en la interacción persona computador, veamos algunas definiciones de la misma:

- **Definición 1. *Interface como medio físico interpuesto.*** Superficie de contacto que trasmite o recibe las acciones efectoras y mensajes multisensoriales entre los agentes interactuantes (naturales y/o artificiales). Sobre la misma se tienen que intuir las funciones a realizar y constituye un balance de poder y control entre las agencias implicadas en los procesos de uso.

- **Definición 2. *Interface como lenguaje.*** Esta constituye un medio expresivo y comunicacional (semiótico) común entre los interactuantes en una tarea o procesos de uso, en el que es posible identificar un lenguaje caracterizado por su alfabeto, sintaxis, semántica, pragmática y aprobética.
- **Definición 3. *Interface como modelo compartido.*** Es un modelo compartido que representa el conocimiento, cultura, valores, etc., que deben poseer los interactuantes en procesos y tareas de uso para poder utilizar satisfactoriamente un sistema, entorno artificial o constituir un todo optimizado de un conjunto de entidades interactuantes en régimen dinámico.
- **Definición 4. *Interface como recurso adaptativo.*** La interface es un medio (entre-cara) de naturaleza físico, organizacional, lógico, etc. interpuesta entre las entidades que interactúan en la obtención objetivo a través de la realización de un proceso o tarea, posibilitando a las entidades naturales o artificiales de cualquier variedad alcanzar un modelo mental compartido, comunicar y expresar dichos modelos y estados de conocimiento, así como mejorar, autoregularse, optimizar los procesos y las tareas a través del aprendizaje, todo ello con la mínima carga cognitiva, biomecánica y con los límites de poder y control requeridos por la variedad de los usuarios.

La metodología de diseño y desarrollo de interfaces que hasta el momento se ha desplegado ha recibido la denominación de Ingeniería de la Usabilidad [2], ésta ha realizado esfuerzos importantes para que las interfaces obtenidas a través del proceso de diseño y desarrollo dé respuesta a la diversidad de los usuarios potenciales. Fruto de ello son los trabajos sobre diseño para la internacionalización y los estudios etnográficos que se integran en la fase de análisis de requisitos, entre otros.

El paradigma que subyace al enfoque de Ingeniería de la Usabilidad es el paradigma de la Teoría de Sistemas o de la Teoría de Sistema Situacional [3]. Este paradigma comporta una serie de limitaciones en atención a contemplar la diversidad de usuarios, sus requerimientos expresivos y de aprendizaje, entre los que cabe considerar:

- a) La falta de un marco que permita conceptualizar el concepto de variedad requerida de un usuario o perfil de usuario (estilos cognitivos, aspectos etnográficos, etc.) establecido a partir de un análisis de uso.
- b) La conexión de la variedad requerida por un perfil de usuario y los límites de control que ésta ha de imponer para atender la diversidad, a través de filtros, amplificadores y reguladores de variedad [4].
- c) La ausencia de un marco para conceptuar e integrar funciones en el diseño de interfaces, que permitan a los agentes inteligentes interactuantes (artificiales o naturales) la optimización global (sincrónica y diacrónica) en atención al aprendizaje, experiencia, creatividad, diferencias individuales, estilos cognitivos, etc., confiriendo a la interface adaptabilidad y flexibilidad.
- d) El establecimiento de un enfoque de la Ingeniería de la Usabilidad que permita desplegar la variedad requerida en todo el ciclo de vida de una interface y para los distintos niveles de detalle de un diseño. De este modo se garantiza que soporta la variedad requerida, facilitando las tareas de evaluación (verificación y validación).

En el presente trabajo se propone una interpretación holónica de la Ingeniería de la Usabilidad, desde la perspectiva del ciclo de vida, la cual está articulada como un proceso [2] consistente en una serie de fases que son:

- Análisis de requisitos: Análisis etnográfico, Perfil de usuario, Análisis contextual de tareas. Actores, Roles y Organización, Lista de tareas, Objetos, Plataforma, Perfil del entorno, Objetivos de usabilidad, Objetivos de la aplicación.
- Diseño.
- Implementación.
- Lanzamiento.

2. MARCO PARA CONCEPTUAR Y CARACTERIZAR LA VARIEDAD REQUERIDA

El marco que proponemos para caracterizar la variedad requerida se basa en la teoría de la variedad. El concepto de variedad es introducido por Ashby [4], sin que hasta el momento se haya considerado en el ámbito de investigación que nos ocupa, éste autor demuestra que sólo desde una variedad igual o superior del sistema controlador a la del sistema controlado, es posible su control de forma estabilizada.

Bajo la teoría de Ashby [4] puede decirse que sólo desde la *variedad de respuesta* (capacidad de captar requerimientos de la variedad de los usuarios) puede *neutralizarse la variedad de problemas* (en la síntesis y mejora de interfaces, así como en su uso). Para que un sistema Persona/s-Máquina/s (Ps-Ms) logre resultados eficaces e incluso para que pueda mantenerse como tal, y evolucionar con identidad es necesario que la variedad de las respuestas en el diseño y construcción de la interface sea, al menos, tan amplia como la variedad de acontecimientos significativos del ambiente y de las entidades interactuantes que operan en este último (uso, mejora, personalización, etc.).

La manifestación de esta variedad se expresa por términos o parámetros como flexibilidad, agilidad, reconfigurabilidad, etc. de la interface que constituye el cuello de botella de la eficiencia del sistema Ps-Ms.

- **Definición 5. Variedad.** La variedad es la expresión cuantitativa o cualitativa de la complejidad de la Máquina, Persona/s o de ambas como sistema en interacción derivada del conjunto de elementos, interacciones, estados, funciones, acciones o competencias, visiones, que posee cada uno, o de las emergentes derivadas de la interacción.
- **Definición 6. Identidad.** La identidad de una entidad o de entidades interactuantes se adquiere por la gestión de la variedad en su construcción como unidad existencial (natural o artificial) distinta y diversa de las demás, así como del entorno. Este procesos se lleva a cabo a través de la autogestión de las modificaciones y experiencias que se producen en el curso de su ciclo de vida. La interface debe permitir la expresión y gestión de la identidad de los agentes interactuantes en un sistema Ps/Ms.
- **Definición 7. Clase de variedad.** La clase de variedad son el tipo de elementos, interacciones, estados, competencias y comportamientos que encapsula una entidad en su ciclo de vida y está determinada en su puesta en práctica por los

filtros o amplificadores de variedad que se encuentran en sus interfaces, tanto internas como externas.

- **Proposición 1.** La variedad como concepto dinámico. La variedad es un concepto dinámico consecuencia de la relación e intercambios de un sistema o entidad con el ambiente (entorno) a través de sus interfaces y de la evolución por procesos internos.
- **Proposición 2.** La construcción de identidad. La única posibilidad de relación entre un sistema o entidad y el ambiente para una existencia diferencial, implica que el primero debe absorber selectivamente variedad de éste, para mantener o construir su identidad.
- **Proposición 3.** La capacidad de reacción. La absorción selectiva de variedad del ambiente (mediante filtros y amplificadores de variedad) implica la especialización de selectividad del sistema o entidad respecto del ambiente, lo que disminuye la capacidad de reacción frente a cambios externos comprometiendo la agilidad, adaptabilidad y resiliencia.
- **Proposición 4.** Conservación de la identidad. La variedad de un sistema o entidad nunca puede igualarse con la del ambiente y seguir conservando su identidad.
- **Proposición 5.** Diseño óptimo. Los diseños de entidades naturales representan el óptimo, al maximizar la identidad y capacidad de reacción con mínima variedad (obtener lo máximo de lo mínimo).

De lo anteriormente expuesto es posible enunciar que:

Sólo desde una variedad de la Ingeniería de la Usabilidad (entendida como conjunto de recursos para el modelado, diseño y desarrollo de interfaces) igual o superior a la variedad de acontecimientos significativos del ambiente en que operan (interno y externo) los sistemas que crea, es posible concebirlos para que desarrollen los requerimientos determinados por la variedad de usuarios y que se adapten evolutivamente a los mismos.

Los tipos de variedad en los que la interface de productos debe mantener adaptativamente su funcionalidad son:

- a) Variedad ambiental V_a : iluminación, temperatura, vibraciones, etc.
- b) Variedad de Máquina M_s : funcionalidad, estructura, etc
- c) Variedad de Persona P_s : Biológica, cognitiva, estilos de aprendizaje, cultura, lenguaje, etc.
- d) Espacio de variedad requerido $E_{vr} = V_a \times M_s \times P_s$

2.1. Recursos para el análisis y síntesis de la variedad

Dentro de los recursos que se articulan en el proceso de diseño y desarrollo de una interface se encuentran los filtros y los amplificadores de variedad, mediante los que es posible la regulación de variedad y el análisis de los límites de poder y control que se establecen en el diseño de una interface.

- **Definición 8. Filtro de variedad.** Un filtro de variedad es el conjunto de recursos de que dispone el elemento regulador (la interface) de un sistema interactivo,

para adecuar la variedad total de que dispone a los requerimientos de variedad de uno de los interactuantes. En este caso la variedad resultante es un subconjunto de los tipos de variedad establecidos en las condiciones iniciales de interacción en el espacio de estado inicial de variedad. Estos filtros de variedad serán propios de la clase de variedad.

- **Definición 9. Amplificadores de variedad.** Estos son los recursos de que dispone el elemento regulador (interface) de la relación Ps/Ms, a través del cual es posible adecuar la variedad de un estado de interacción por modificación de las clases de variedad presentes o de amplificación de alguno de los tipos de variedad. En este caso la variedad requerida para atender a los interactuantes implica ampliar el estado de variedad de la interface establecido en el inicio.
- **Definición 10. Regulación de variedad.** La regulación de variedad se corresponde con las trayectorias en el espacio de estado de variedad total o requerida de la interface, las mismas se obtienen por la articulación de filtros y amplificadores de variedad en los distintos episodios de uso.

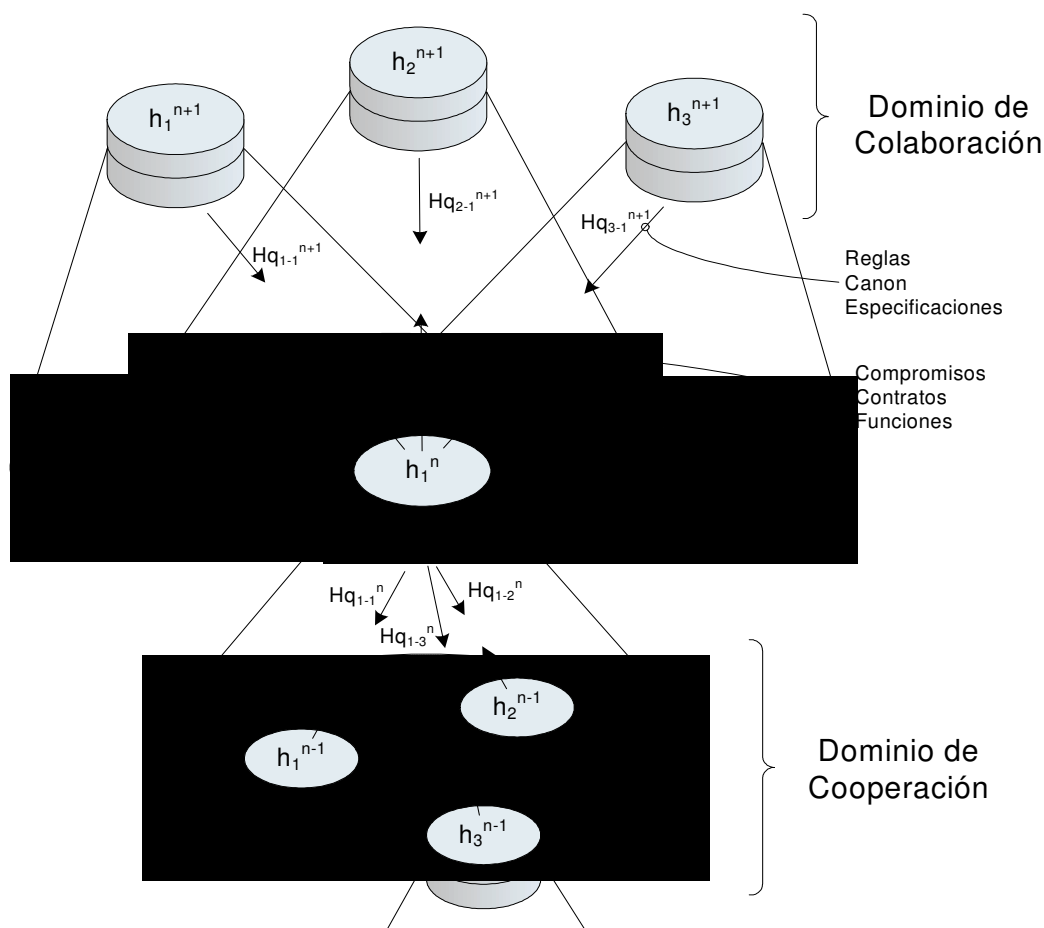


Figura 1. Representación de holón como parte y como todo de una holarquía multinivel.

3. FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA DE LA USABILIDAD HOLÓNICA

La propuesta de interpretación de la Ingeniería de la Usabilidad desde la teoría de la variedad permite instanciar ésta en el contexto de diseño y desarrollo holónico, dicho contexto supera las limitaciones expuestas en los párrafos precedentes.

Vamos a exponer los rasgos más característicos de la holónica [5] y del diseño holónico.

Un Sistema Holónico (SH), referido a un sistema Ps-Ms en sus distintos niveles de concreción y aspectos de la complejidad, es conceptualizado a partir de una serie de entidades abstractas, denominadas holones, que tienen su origen en trabajos de Koestler orientados a obtener una ontología de la organización de los objetos naturales y de los procesos de su evolución, que este autor denomina Sistema de Jerarquía Abierta Autorregulado (SJAA). Entre los elementos de la ontología holónica de objetos naturales figuran los de holón, holarquía y otros conceptos que tratan de modelar las estructuras y procesos que son comunes a los sistemas bio-psico-sociológicos. En el caso de un sistema Ps-Ms, la ontología de Koestler [6-9] tiene interés para su proyección en la síntesis y análisis del sistema sociotécnico que constituye desde una fábrica virtual o extendida en sus distintos niveles de agregación hasta una aplicación para PC o su interface y, de este modo, potenciar sus características con las tecnologías holónicas de la información.

- **Definición 11. Sistema Holónico.** Un Sistema Holónico (SH) es una tripla (Conjunto de tres elementos) evolutivamente estable en un entorno determinado, que presenta una estructura recursiva en cualquier nivel de análisis y dimensiones de la complejidad:

$$\langle \text{SH} \rangle ::= \langle \langle \text{Holón} \rangle / \langle \text{Holarquía} \rangle \rangle \langle \text{Entorno} \rangle \quad (1)$$

- # **Holón.** Entidad básica de análisis y síntesis como un todo y como parte (proceso y producto) con capacidad operacional sobre la materia, energía. e información, desde la cooperación, autonomía, holonomía y autoasertividad. Obtenido por inspiración en entidades biológicas, psicológicas, sociales o en una ontología derivada de las mismas. Tipos de holones básicos en un sistema Ps-Ms son: Holón Persona, Holón Interface y Holón Máquina.
- # **Holarquía.** Organización de la sociedad de holones que se orientan a un objetivo mediante la autonomía, cooperación, holonomía y el ejercicio de la asertividad. Se estructura en base a un canon o conjunto de reglas fijas y unas estrategias flexibles basadas en éste, que constituyen los procesos, los objetos y holones coexistentes. La holarquía básica de un holón de Ps-Ms esta formado por los holones Ps, Ms e Is. Estos a su vez se descomponen recursivamente y desde principios fractales en su correspondientes holarquías.
- # **Entorno.** Variables ambientales internas y externas, que configuran las contingencias en las que el holón opera y es evolutivamente estable.

3.1. Los recursos para el análisis y síntesis de la variedad

- **Definición 12. Holón.** Un holón es una entidad orientada a un fin como un todo, autónoma, cooperativa, con capacidad de reconfiguración, en la que se integran propiedades de holisticidad y atomicidad como son ser Todo y Parte, Contenido y Continente, Subordinante y Subordinado, Controlador y Controlado, en equilibrio dinámico con el medio ambiente a través del balanceado de la: autonomía, cooperación, mecanismos evolutivos de integración, asertividad y autoafirmación.

Todo holón es una entidad dual caracterizada al menos por los siguientes atributos:

a) Ser todo y parte.

- Como todo muestra: autonomía, separación, identidad y coherencia, así como el soporte a la integración en armonía social de las entidades que lo forman.
- Como parte muestra: capacidad de cooperación, cohesión, así como el soporte de interacción con el medio externo.

b) Interdependencia e integración jerárquica:

- Capacidad de integrar en un todo a partes distintas.
- Capacidad de integrarse como parte en un todo mayor.

c) Coordinación en el todo y de las partes:

- Autocoordinación y autocontrol como parte en el todo.
- Coordinación y control de las partes locales que lo integran.

Un modelo abstracto de holón debe posibilitar su descripción como todo y parte, en los distintos niveles holónicos de forma recursiva. El modelo propuesto permite la descripción de cualquier holón en su doble vertiente “jánica” y puede ser formalizado como una dupla:

$$\langle \text{HOLON} \rangle ::= \langle \langle \text{HOLON/T} \rangle \langle \text{HOLON/P} \rangle \rangle \quad (3)$$

HOLON/T. Constituye un todo integrador y resultante de las relaciones de supraordenación o coordinación entre los holones de los niveles n y/o $n-1$ como se observa en la Figura 1, las cuales constituyen su holarquía interna. Un ejemplo de este tipo de holón es el de establecimientos de las interfaces para un proyecto de ingeniería concurrente de primer nivel, que integra un conjunto de holones de interface de ingeniería concurrente de segundo nivel. Éste puede ser modelado ontológicamente como una quintupla integrada por los siguientes elementos:

$$\langle \text{HOLON/T} \rangle ::= \langle \langle \text{Entradas} \rangle \langle \text{Salidas} \rangle \langle \text{Conjunto de estados de variedad} \rangle \langle \text{Función de evolución de variedad} \rangle \langle \text{Función operacional} \rangle \rangle (4)$$

$$\langle \text{Dominios de Cooperación} \rangle$$

HOLON/P. Hace referencia al holón como parte integrante de una o varias holarquías u holones, a través de relaciones de coor-subordinación con las entidades holónicas de nivel n y/o $n+1$. El conjunto de holones u holarquías en las que se integra el holón como parte constituye su dominio de colaboración *DColab*.

Un caso de holón como parte se corresponde con un holón de interface fabricación del sector metal-mecánico que participa como subcontratista de los holones de desarrollo de un nuevo: satélite espacial, modelo de automóvil y modelo de tren de alta velocidad, estos tres últimos holones constituyen su dominio de colaboración. Para una interface de una aplicación informática el dominio de colaboración está constituido por los distintos perfiles de usuario, cuya variedad ha de soportar y regular mediante filtros y reguladores de variedad.

Éste se refiere a la especificación del holón desde la perspectiva de parte que se integra en distintos holones/holarquías, se puede modelar como una tripla:

<HOLON/P> ::= <<Holón/P> <Dominio de Colaboración> <Roles>> (5)

Partiendo de lo propuesto por Koestler sobre OJAA y de las proposiciones relativas a la holarquía, podemos formular a modo de síntesis, y para su proyección en diseño de sistemas holónicos, la siguiente definición y formalización de holarquía:

- **Definición 13. Holarquía.** Una holarquía es un conjunto de holones que pueden cooperar para obtener un objetivo, la misma se obtiene por una estructura arborescente y/o reticular de holones y de procesos que constituyen su canon y su estrategia pública y privada, la cual impone límites a cada uno de los holones. Ésta está presente en cualquier nivel de análisis, que va desde el universo a la partícula más elemental.

Una holarquía es por tanto:

- a) **Un modelo de organización** de entidades holónicas y de los procesos asociados.
- b) **Un ecosistema** de flujos informacionales, matéricos, energéticos, etc.
- c) **Una estructura recursiva** que se encuentra presente en cualquier nivel de análisis.
- d) **Un sistema abierto** con comportamiento propio de los sistemas alejados del equilibrio.

Una holarquía puede ser especificada a efecto de análisis o síntesis por una tripla del siguiente modo:

<HOLARQUÍA> ::= << H_S> < OH_F> <OH_L>> (6)

- # **H_S**: Conjunto de holones como todo (HOLON/T) o entidad básica dual y autosimilar, que puede ser descompuesta recursivamente en una nueva holarquía.
- # **OH_F**: Conjunto de relaciones entre los holones como parte (HOLON/P) que constituye la estructura arborescente y reticular de toda holarquía, es decir su arquitectura física y que aparece recursivamente en todo nivel de análisis de una holarquía.
- # **OH_L**: Conjunto de reglas y estrategias de comportamiento que constituyen el canon y la estrategia de toda holarquía, es decir su arquitectura lógica, y que aparece recursivamente en todo nivel de análisis de una holarquía.

Como se observa tanto el HOLON/T como el HOLÓN/P se relacionan con otros holones de nivel n , $n-1$ y $n+1$, esta matriz de relaciones según Koestler tiene una estructura arborescente y reticular, que hemos denominado arquitectura física, que modula las características básicas de todo holón como son: la autonomía, cooperación, autoasertividad, holonomía, etc. Otro aspecto complementario es el relativo a la estructura lógica o arquitectura de procesos (canon y estrategia) que se soporta o implementa sobre la arquitectura física, ambos aspectos constituyen el concepto de holarquía que hemos definido.

4. HOLARQUÍAS DE INPUT Y OUTPUT

En una fase o instante determinado de su ciclo de vida el holón al que pertenecen los agentes interactuantes Ps/Ms, por ejemplo la unidad de fabricación a la que pertenecen un operario y una máquina de CNC, podrá ser caracterizado por:

- Su dominio de colaboración D_{colb} .** Que estará definido por los holones de nivel “n+1” que lo forman, y más concretamente, por los “*compromisos*” (reglas, cánones, especificaciones, contratos, etc.) que tiene o adquiere el Holón unidad de fabricación con cada uno de estos holones.
- Sus diversas competencias o funciones** en su propio nivel de interacción con el resto de holones en el nivel “n”, viniendo estas a satisfacer los requisitos de D_{Colab} o para sostener su D_{Coop} , prolongando así su ciclo de vida.
- Su dominio de cooperación**, constituido este por el conjunto de relaciones con los holones de nivel “n-1” que lo forman. En realidad el holón de nivel “n” también constituye o forma parte de dominios de cooperación que soportan a cada holón del nivel “n+1”.

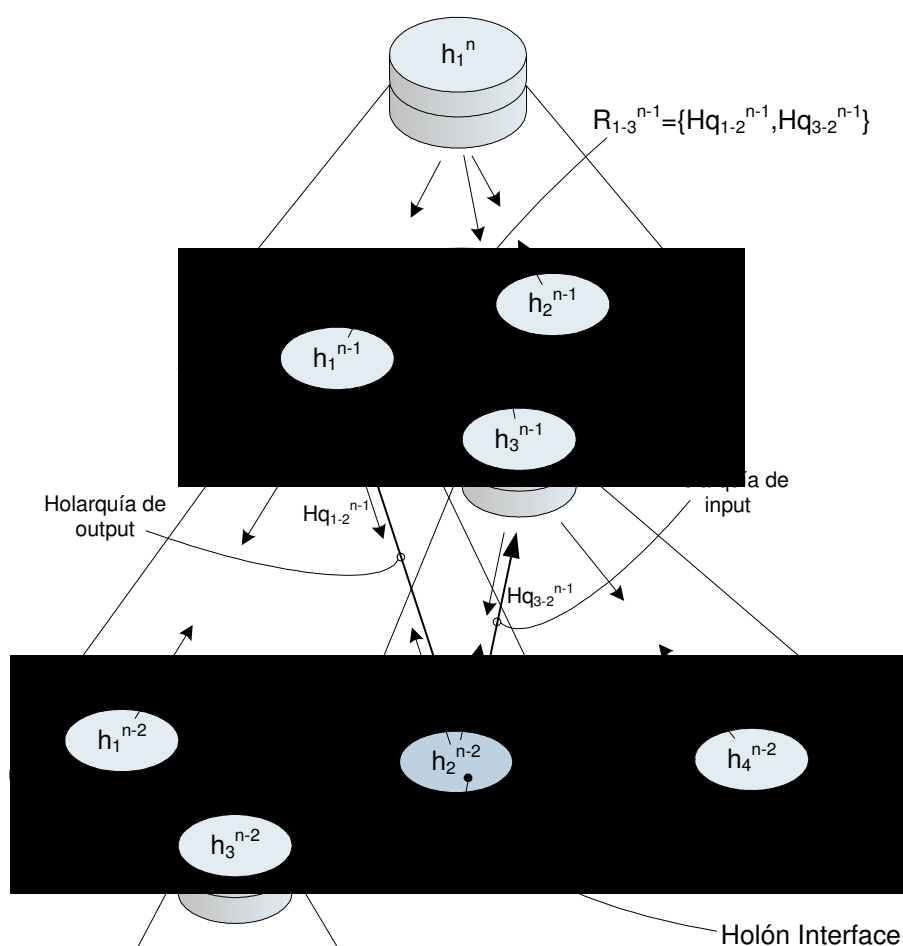


Figura 2. Pie de la figura.

En el D_{Coop} del holón unidad de fabricación en el nivel “n” (h^n en la Figura 2) aparecen, en general, un conjunto de holones que podrían ser: holón operario y holón máquina de CNC.

El holón unidad de fabricación, desde la perspectiva de su cara como “Todo”, fija una serie de especificaciones o reglas que les requiere a los holones de nivel

inferior, y estos deben satisfacerlas, para el caso específico del diseño de interfaces adquiere una especial relevancia el conjunto de tareas desplegadas mediante un análisis jerárquico de tareas y que serán asignadas mediante un reparto de las mismas a los holones de nivel inferior.

En este *DCoop* emergen las relaciones (R_{1-3}^{n-1}) entre los holones de nivel “n-1”, que son, en general, consecuencia de las relaciones estructurales/holárquicas de los niveles inferiores (hq_{1-2}^{n-1} , hq_{3-2}^{n-1}), apareciendo en su extremo inferior el que denominamos “holón interfaz” (en la figura: h_2^{n-2}) que es común a las holarquías de input y de output.

5. INGENIERÍA DE LA USABILIDAD HOLÓNICA

La propuesta de la **ingeniería de la usabilidad holónica** se estructura en una secuencia de fases desde la perspectiva del ciclo de vida, entre las que cabe considerar:

- Análisis de los holones usuarios de la interface y caracterización de la variedad de holarquías de input y output, así como de su holarquía de variedad interna, variedad del ambiente, de la Máquina o tecnología y objetos coexistentes. A partir de la misma se establece el Dominio de colaboración *Dcolb* del holón interface.
- Heurística para identificar y especificar el holón de interface como todo y como parte y su holarquía.
- Aplicar modelos de diseño y desarrollo de la interface basada en el ciclo de vida, para las distintas vistas y grado de concreción.

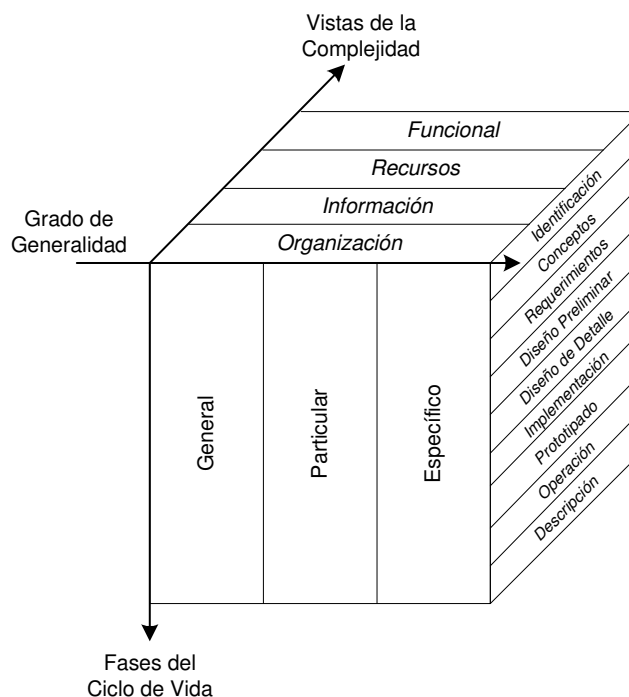


Figura 3. Metodología de diseño y desarrollo de interfaces desde la perspectiva del ciclo de vida.

Esta heurística se articula sobre la base de lo representado en la Figura 3, del siguiente modo:

- Para el caso del holón de interface como parte, el dominio de colaboración y los roles constituyen el análisis de requisitos previos de la ingeniería de la usabilidad.
- Para el holón de interface como todo, se procede a la especificación de requerimientos de variedad de entrada y salida y de condiciones de contorno operacional, así como el establecimiento de los dominios de cooperación que integra la interface para satisfacer la variedad requerida.

5.1 Diseño y desarrollo de interfaces holónicas basadas en el ciclo de vida

Una vez identificado y caracterizado el holón interface, su dominio de colaboración y de cooperación, para todo holón que integra un dominio de cooperación de dicha interface, se propone el proceso de diseño y desarrollo de su holarquía que aparece en la Figura 4, que nos permite explorar los ámbitos de variedad requerida y su posterior análisis y síntesis (etnográfica, semiótica, gestáltica, organizacional, etc). La variedad de síntesis se explora a través de la dimensión de las vistas del modelo, la perspectiva del ciclo de vida (fases de diseño y desarrollo), permite contemplar la variedad en sentido sincrónico y por ultimo la vista de niveles de análisis nos permite contemplar los niveles de análisis en el diseño de la interface.

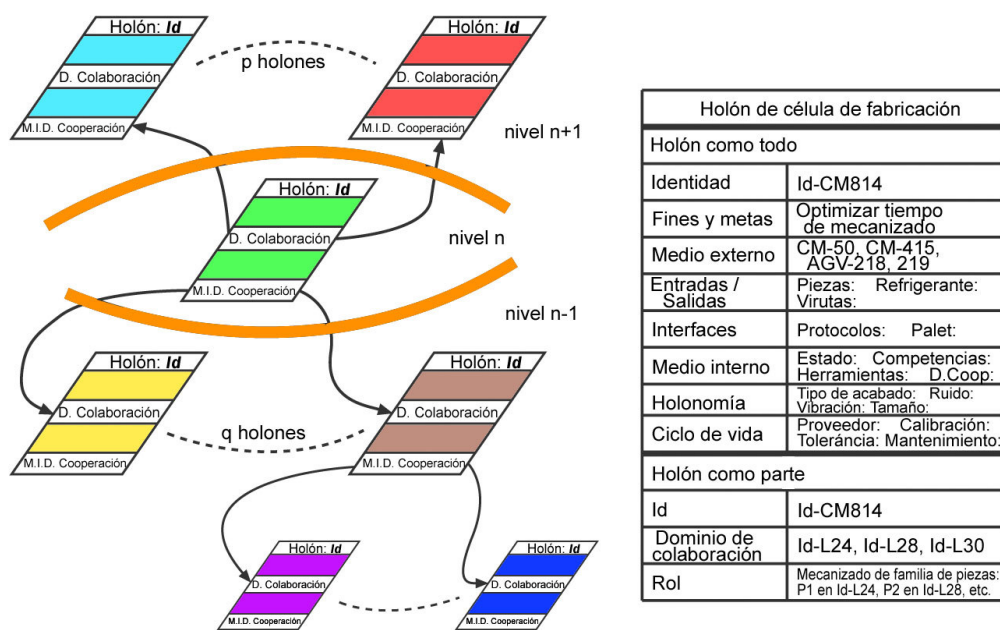


Figura 4. Diseño de interfaz de máquina herramienta.

6. APLICACIÓN AL DISEÑO DE INTERFACES DE MÁQUINAS HERRAMIENTA

En la Figura 4 aparece una representación de la aplicación de la heurística que permite la identificación del holón de célula de fabricación flexible, que constituye un sistema productivo, cuyas interfaces han de ser diseñadas posteriormente, constituyendo un holón del sistema sociotécnico que forma la misma, junto al conjunto de operarios que se integrarán en el proceso.

Una vez identificados los holones como todo y parte bajo el esquema de la Figura 2, se procede al diseño detallado del modelo de diseño y desarrollo representado en la Figura 3, que integra la perspectiva del ciclo de vida, vista de la complejidad (variedad requerida) y los niveles de diseño. Para el caso específico del diseño y desarrollo del Holón interface se deberá poner una especial atención a la correcta caracterización de las holaquías de output y holarquías de input en los diferentes dominios de colaboración y dominios de cooperación, las cuales deberán desplegar la variedad requerida en cada nivel holónico considerado.

En el caso de aplicación desarrollado se ha implementado el holón interface mediante Agentes Inteligentes Distribuidos, con una estructura interna que responde a los requerimientos de interface con otros holones interface, con los holones humanos y con los holones máquinas y entorno.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] ACM Special Interest Groups. <http://info.acm.org/sigs/guide98.html#CAPH>
- [2] J. Lores, y otros, *Curso de IPO*, Ed. AIPO
- [3] CISI, *La Sistemología interpretativa*. <http://www.ing.ula.ve/~sisint/si.html>
- [4] W.R. Ashby, *An introduction to cybernetics*, Ed. Chapman and Hall, Londres, 1956, (Ver. esp.: Introducción a la cibernética, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires, 1972.).
- [5] F. Aguayo, Sistema holónicos de fabricación, Tesis Doctoral, Universidad de Cadiz 2003.
- [6] A. Koestler, *The ghost in the machine*, Ed. The Danube Edition, London, 1978.
- [7] A. Koestler, *Jano*, Ed. Debate, Madrid, 1981.
- [8] A. Koestler, *The ACT of creation*, The Danube Edition, London, 1976. (Ver. Esp. El acto de la creación, Ed. Losada, Buenos Aires, 1986.)
- [9] A. Koestler, *Beyoun reductionism*, Actas de una conferencia sobre jerarquías celebrada en Austria, Hutchinson, Londres, 1969

CORRESPONDENCIA.

Francisco Aguayo González
Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla
c/ Virgen de África, 7
CP 41011 - Sevilla
 Telf. 95 45 52827
 faguayo@us.es