

Diseño Sostenible Centrado en el Usuario (DSCU)

Jesús Lorés, Rosa Gil

DIEI-UdL ,C./Jaume II, 69
25001 LLeida, España
{jesus,rgil}@diei.udl.es
<http://griho.udl.es/castella/index.html>

Resumen. Los sistemas interactivos se han convertido quizás en la herramienta más universal de la humanidad sobre todo en los países desarrollados. Esta difusión se ha producido en un momento de expansión de su población y al mismo tiempo en un incremento de los problemas medioambientales por lo que la sostenibilidad es uno de los problemas más importantes de la humanidad. Habida cuenta de su importancia, en este artículo se propone la ampliación del diseño centrado en el usuario especificado en el estándar 13407 para adaptarse a los retos económicos y sociales de una sociedad claramente no sostenible. Se introducen nuevos paradigmas como la capacidad de carga y la huella ecológica como indicadores de la sostenibilidad. El resultado es una ampliación del concepto de interacción que abarca al contexto y nos permite acuñar el término de Diseño Sostenible Centrado en el Usuario.

Keywords: Sostenibilidad, DCU, huella ecológica

1 Introducción

En las últimas décadas se ha producido una difusión en amplias capas de la población, principalmente en los países desarrollados de una gran variedad de dispositivos interactivos (ej: PDA's, teléfonos móviles, agendas electrónicas, etc...). Su utilización provoca nuevos hábitos en las tareas que realiza el usuario cambiando la manera en la que se relaciona con el entorno. Se valorará qué tareas son las que tienen en cuenta criterios de sostenibilidad, minimizando el impacto medioambiental por lo que deberá incorporarse dichos criterios en cualquier modelo que desee realizar un diseño de un sistema interactivo.

Para integrar la sostenibilidad en el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) especificado en el estándar ISO 13407[1] es necesario introducirla como parámetro de diseño. Es necesario remarcar que una de las principales metas en el Diseño Centrado en el Usuario es reducir la carga cognitiva del usuario teniendo en cuenta aspectos tan fundamentales como la accesibilidad o la usabilidad. En la fase de diseño del modelo, se realizará un análisis de tareas centrándonos en aquellas que presenten

la mínima capacidad de carga; para poder evaluarla se contrastará con el concepto de huella ecológica.

En primer lugar se detalla que es la sostenibilidad y sus indicadores como son la capacidad de carga y la huella ecológica. Una vez explicitados se procederá a explicar en qué fase dentro del DCU se incluyen los conceptos previamente descritos. En la última parte del artículo se describe la metodología para poder realizar el cálculo de la capacidad de carga en cada tarea comparándolo con el concepto de huella ecológica.

2 Sostenibilidad, Capacidad de Carga y Huella Ecológica

A continuación se detallan los conceptos básicos que posteriormente se utilizarán para poder introducir la sostenibilidad como parámetro de diseño en el modelo centrado en el usuario. [2].

2.1 Sostenibilidad

Aclararemos este hecho a partir de una metáfora, de la lectura de George Orwell en ‘The Road to Wigan Pier’,[3] se narra que *“El mundo es una balsa que navega por el espacio con, potencialmente, provisiones en abundancia para todos; la idea de que todos debemos cooperar y ocuparnos de que todos hagan una parte equitativa del trabajo y tengan una parte equitativa de las provisiones parece tan obvia que uno diría que nadie puede dejar de aceptarla, a menos que tenga algún motivo corrupto para aferrarse al presente sistema”*.

Para poder entender qué significa introducir el concepto de sostenibilidad, examinemos la metáfora de relacionar una embarcación o nave a una aplicación de software:

Ahorra costes: Una vez finalizada la aplicación, cualquier reparación/cambio es muy costoso al igual que pasaría con una embarcación.

Aporta equilibrio: Realmente no pueden considerarse ‘sistemas cerrados’, porque interactúan continuamente con el medio.

El estudio de la sostenibilidad está siendo incorporada en diferentes ámbitos, un ejemplo de ello es la Agenda 21[4], donde se puede encontrar actuaciones a nivel mundial y local.

Iniciativas sostenibles: Agenda 21

La ciudad de Río de Janeiro fue el escenario en el año 1992 de un encuentro mundial que reunió a los jefes de estado, representantes de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, responsables municipales, científicos, técnicos y empresarios de 179 países: la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Desarrollo, también conocida como Cumbre de la Tierra. El objetivo final era definir una estrategia conjunta de actuación que permitiese avanzar en la construcción de una sociedad más equitativa y en equilibrio con el entorno natural, es decir, más sostenible.

El documento de Agenda 21 surge con el objetivo de guiar la política y la gestión de los gobiernos respecto al desarrollo sostenible. La Carta de Ciudades y Villas Europeas hacia la sostenibilidad (la llamada Carta d’Aalborg que es el capítulo 28 de

la Agenda 21) es un documento mediante el cual las ciudades europeas se comprometieron a participar en las iniciativas locales de la Agenda 21.

La universidad, tanto por el sector de edad al que de forma mayoritaria dirige sus actividades como por el rol que ejerce dentro de la sociedad, tiene a su alcance extender ampliamente los valores del desarrollo sostenible, tal y como recoge la Agenda 21 de la ciudad de Barcelona [5]. Un ejemplo sería la iniciativa promovida por la Universitat Politècnica de Catalunya, el servicio *UPC-pool*¹. Este servicio está basado en el llamado *car-pooling*, sistema de utilización del transporte privado que consiste en fomentar el uso compartido del coche por parte de todas aquellas personas que realizan el mismo recorrido y el mismo destino. Entrando a la página web se puede realizar una solicitud para encontrar un compañero de ruta.

Respecto al sector empresarial, está incorporando progresivamente los criterios ambientales y de sostenibilidad en sus procesos de modernización y en sus estrategias de futuro. El marco normativo desarrollado por la administración, así como la presión creciente de los consumidores para tener al alcance bienes y servicios de calidad y ambientalmente correctos, y la propia constatación por parte de la empresa de los beneficios asociados al fomento de la ecoeficiencia, ha incentivado al sector a invertir en esfuerzos humanos y económicos en la gestión sostenible de su actividad productiva. El *Tinter Arts Gràfiques Edicions i Produccions*² se dedica fundamentalmente al diseño, montaje e impresión. Es la primera imprenta de Catalunya que obtuvo el certificado EMAS³ (*EcoManagement and Audit Scheme*.) que apareció como instrumento de carácter voluntario dirigido a las organizaciones para que éstas adquieran un alto nivel de protección del medio ambiente. A partir de ese momento *El Tinter* se comprometió en desarrollar todas sus actividades (comerciales, administrativas, de producción e investigación) con el máximo respeto por la protección y conservación del medio ambiente.

Las líneas en las que se enmarca la metodología que hemos desarrollado respecto a la Agenda 21 son las llamadas *líneas de acción 5 y 6*, que respectivamente tienen por título: *Preservar los recursos naturales y promover el uso de los renovables y Reducir la Producción de Residuos y Fomentar el Reciclaje*.

2.2 Capacidad de Carga

Partiremos de un concepto abstracto como es la capacidad de carga, seguidamente se concretará como la huella ecológica puede ser más fácilmente medible. En este artículo la capacidad de carga se define ‘como la carga máxima que la humanidad puede imponer de modo sostenible al medio ambiente antes de que éste sea incapaz de sostener y alimentar la actividad humana’.

¹ www.upc.es/campus

² www.eltinter.com

³ www.gobcan.es/medioambiente/calidad/emas/index.html

2.3 Huella Ecológica

La huella ecológica es un indicador ambiental de carácter integrador del impacto que ejerce una cierta comunidad humana – país, región o ciudad - sobre su entorno, considerando tanto los recursos necesarios como los residuos generados para el mantenimiento del modelo de producción y consumo de la comunidad.

La huella ecológica se expresa como la **superficie necesaria** para producir los recursos consumidos por un ciudadano medio de una determinada comunidad humana, así como la necesaria para absorber los residuos que genera, independientemente de la localización de estas áreas.

Este indicador es definido según sus propios autores (William Rees y Mathias Wackernagel) como: “El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área”

Los siguientes aspectos son relevantes en el cálculo de la huella ecológica:

- Se necesita un flujo de materiales y energía.
- Deben existir sistemas ecológicos para reabsorber los residuos.
- Se ocupa espacio con infraestructuras, viviendas equipamientos, etc. reduciendo, así la superficie de ecosistemas productivos.

De todas formas todavía existen los siguientes aspectos que subestiman el impacto ambiental real:

- No quedan contabilizados la contaminación del suelo, la contaminación del agua, la erosión, la contaminación atmosférica (a excepción del CO₂), etc.
- Se asume que las prácticas en los sectores agrícola, ganadero y forestal no disminuye con el tiempo. Obviamente, con el tiempo, la productividad disminuye, a causa, entre otras, de la erosión, contaminación, etc.

La metodología de cálculo de la huella ecológica se basa en la estimación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados a la alimentación, a los productos forestales, al gasto energético y a la ocupación directa del terreno. Esta superficie se suele expresar en ha/cap/año si realizamos el cálculo para un habitante, o bien, en hectáreas si el cálculo se refiere al conjunto de la comunidad estudiada.

Así, los terrenos productivos que se consideran para el cálculo son las que aparecen en la **Tabla 1**.

Para calcular estas superficies, la metodología se basa en dos aspectos básicos:

- Contabilizar el consumo de las diferentes categorías en unidades físicas.
- Transformar éstos consumos en superficie biológica productiva apropiada a través de índices de productividad. Estos factores están siendo estandarizados⁴

Debido a la inexistencia, en general, de datos directos de consumo, se estiman los consumos para cada producto con la siguiente expresión: consumo = producción – exportación + importación.

⁴ www.footprintnetwork.org/gfn_sub.php?content=standards

En el caso de la matriz del área de absorción de CO₂ se opera con consumos directamente ya que se dispone de la información.

Tabla 1. Tipos de terrenos productivos para el cálculo de la huella ecológica.

Cultivos	Superficies con actividad agrícola y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas.
Pastos	Espacios utilizados para el pastoreo de ganado, y en general considerablemente menos productiva que la agrícola.
Bosques	Superficies forestales ya sean naturales o repobladas, pero siempre que se encuentren en explotación.
Mar productivo	Superficies marinas en las que existe una producción biológica mínima para que pueda ser aprovechada por la sociedad humana.
Terreno construido	Considera las áreas urbanizadas o ocupadas por infraestructuras
Área de absorción de CO ₂	Superficies de bosque necesarias para la absorción de la emisión de CO ₂ debido al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía.

Una vez calculados los consumos medios por habitante de cada producto, se transforman a área apropiada o huella ecológica para cada producto. Ello equivale a calcular la superficie necesaria para satisfacer el consumo medio por habitante de un determinado producto. Así la huella ecológica se define como el cociente entre consumo y productividad. Los valores de productividad pueden estar referidos a escala global, o bien, se pueden calcular específicamente para un determinado territorio teniendo en cuenta, así, la tecnología usada y el rendimiento de la tierra.

Un elemento complementario es el análisis del conjunto de actividades humanas y las demandas de superficie (huellas ecológicas) asociadas a cada una de ellas. Para ello se pueden establecer las categorías generales de la **Tabla 2**.

Tabla 2. Tipología de actividades vinculadas a la huella ecológica

Alimentación	Superficies necesarias para la producción de alimentación vegetal o animal, incluyendo los costes energéticos asociados a su producción
Vivienda y servicios	Superficies demandadas por el sector doméstico y servicios, sea en forma de energía o terrenos ocupados.
Movilidad y Transportes	Superficies asociadas al consumo energético y terrenos ocupados por infraestructuras de comunicación y transporte.
Bienes de consumo	Superficies necesarias para la producción de bienes de consumo, sea en forma de energía y materias primas para su producción, o bien terrenos directamente ocupados para la actividad industrial

2.4 ¿Qué es el déficit ecológico?

Una vez estimado el valor de la huella ecológica, los autores de la metodología calculan las superficies reales de cada tipología de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar y terreno urbanizado) disponibles en el ámbito de estudio. La

suma de todos ellos es la Capacidad de Carga Local y está expresada en hectáreas por habitante.

La comparación entre los valores de la huella ecológica y la capacidad de carga local permite conocer el nivel de autosuficiencia del ámbito de estudio. Tal y como se indica en la **Tabla 3**, si el valor de la huella ecológica está por encima de la capacidad de carga local, la región presenta un déficit ecológico y a la inversa.

Tabla 3: Comparación entre la Huella Ecológica y la Capacidad de Carga.

Huella Ecológica	>	Capacidad de Carga	La región presenta un déficit ecológico.
Huella Ecológica	≤	Capacidad de Carga	La región es autosuficiente.

Por tanto, el déficit ecológico nos indica que una región no es autosuficiente, ya que consume más recursos de los que dispone.

2.3 ¿Qué puede aportar la huella ecológica a la sostenibilidad?

Se deben destacar las principales potencialidades de la inclusión de la huella ecológica:

- **Agrupación y simplificación:** Agrupa en un solo número la intensidad del impacto que una determinada comunidad humana ejerce sobre los ecosistemas, tanto por el consumo de recursos como por la generación de residuos.
- **Visualización de la dependencia ecológica:** El progresivo proceso de concentración de la población en sistemas urbanos además de la globalización de los flujos de materiales y energía dificulta de forma creciente la vinculación por parte de la población del consumo de bienes y energía con el impacto que tienen sobre el medio. La huella ecológica permite definir y visualizar la dependencia de las sociedades humanas respecto al funcionamiento de los ecosistemas del planeta a partir de superficies apropiadas para satisfacer un determinado nivel de consumo. Permite así establecer el área real productiva de la que se está apropiando ecológicamente una determinada comunidad humana, independientemente de que se encuentre más allá de su territorio, distinguiendo así mismo entre las diferentes funciones ecológicas que ejercen los ecosistemas.
- **Visualización de la inequidad social:** La posibilidad de realizar el cálculo para diferentes comunidades humanas o sectores de una misma sociedad con estilos de vida diferenciados permite la visualización de inequidad en la apropiación de los ecosistemas del planeta.
- **Monitorización del consumo de recursos:** Pese a sus limitaciones, la huella ecológica permite hacer un seguimiento del impacto de una comunidad humana asociado al consumo de recursos –entradas del sistema – mediante la actualización del indicador a lo largo de los años.

3 Diseño Sostenible Centrado en el Usuario (DSCU)

En este apartado vamos a introducir el concepto de sostenibilidad en un modelo genérico de DCU utilizando el modelo de tareas. En la fase de diseño del DCU se definen las actividades del usuario como tareas. A cada tarea asociaremos una huella ecológica que nos servirá para valorar el déficit ecológico comparándola con la capacidad de carga asociada a cada tarea, consiguiendo de esta manera cuantificar significativamente la sostenibilidad, ya que pese a no ser la huella ecológica un indicador absoluto de la sostenibilidad se trata de un criterio necesario para la valoración de la misma. Para conseguirlo, veremos que la principal razón es que la **interacción es tripartita**, pues a parte del usuario y las tareas necesarias para conseguir realizar una determinada actividad, tenemos un tercer elemento que interactúa con estos dos y que llamaremos genéricamente entorno. A este concepto le llamaremos **Diseño Sostenible Centrado en el Usuario (DSCU)**.

3.1 La interacción es tripartita

El Diseño Centrado en el Usuario se muestra eficaz en conseguir productos que satisfagan a los consumidores. Para poder seguir trabajando en esta línea se vio necesario incluir en el mismo otros factores, pues la interacción persona-ordenador está afectada por otros flujos, es decir, el concepto de interacción se extiende más allá de la persona-ordenador (ver **Fig.1**).

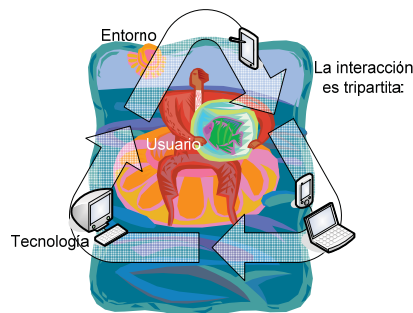


Fig. 1 Ampliación de la interacción en el Diseño Centrado en el Usuario teniendo en cuenta el entorno

Imaginemos el caso de que un grupo de personas que necesita reunirse para tratar un tema. Es cierto que se puede resolver realizando diferentes tareas: viajando todos a un mismo lugar, viajando solamente algunos, utilizando videoconferencia. Asociadas existen diferentes variables: lugar geográfico donde residen, medio de transporte que van a utilizar, tecnologías disponibles, etc.

⁵ Ecological Footprint Standard 1.0. comment Draft 1. <http://www.footprintstandards.org>. Released on 16 June.

Se escogerá aquella opción que minimice el impacto al entorno, es decir, que minimice la huella ecológica y por tanto no exceda la capacidad de carga.

Un ejemplo lo encontramos en la web de Webex⁶ donde en su página principal se hace referencia a la reducción de la huella ecológica bajo el título de ‘Planta un árbol’.

3.2 Repercusión de la sostenibilidad en la interacción

Para clarificar cómo influye la sostenibilidad en el diseño mostramos dos tipos de tareas:

Directas: en este caso el resultado de la interacción entre el artefacto tecnológico y los seres humanos es una acción que se produce sin intermediarios.

Ejemplo: ahorro de materia prima (agua). Grifo, WC y elementos interactivos que permitan regular el consumo de agua

Indirectas: la interacción entre el ser humano y el artefacto tecnológico desencadena procesos que afectan a la sostenibilidad.

Ejemplo: Video-conferencia, permite compartir información verbal y visual evitando desplazamientos innecesarios, pues causan un coste energético.

3.3 Análisis de tareas

El análisis de tareas es un término que cubre diferentes técnicas orientadas a describir las interacciones entre las personas y los entornos de una manera sistemática. El análisis de tareas se puede definir como el estudio de lo que un usuario tiene que realizar en términos de acciones y/o procesos cognitivos para conseguir un objetivo. Es por tanto una metodología que esta soportada por un conjunto de técnicas para ayudar en el proceso analítico de recogida de información, organizarlo y usarlo para realizar valoraciones o decisiones de diseño[6].

El análisis jerárquico de tareas (HTA Hierarchical Task Analysis) desarrollado por Annett y Duncan [ANN67], es la técnica de análisis de tareas más conocido y más antiguo.

En HTA se realiza una descripción de tareas en términos de operaciones y planes. Las operaciones (descomposición en subtareas) son actividades que realizan las personas para alcanzar un objetivo, y los planes son una descripción de las condiciones que se tienen que dar cuando se realiza cada una de las actividades.

3.4 Cálculo de la huella ecológica asociada a cada tarea

En la figura 2 se puede observar un esquema del objetivo de la inclusión de parámetros sostenibles para generar un nuevo modelo. Sin embargo es necesario mostrar el camino para conseguirlo. A continuación se explicará cómo realizar los cálculos y su posterior difusión para si fuese necesario publicarlos de forma automática para ser accesibles mediante un servicio web.

⁶ Webex: <http://www.webex.com/>

No se ha de olvidar que los usuarios desean cumplir una serie de objetivos, para alcanzarlos se planean tareas. Se escogieran aquellas que incrementen la sostenibilidad y reduzcan el impacto medioambiental. De manera que se deben escoger aquellas que presentan una mínima huella ecológica.

De esta manera, tenemos que cada tarea T está asociada a una huella ecológica H, pero como genéricamente tendremos que una tarea se puede subdividir en diferentes subtareas T_i . Cada subtarea a su vez tiene asociada una huella ecológica H_i , siendo n el número de subtareas.

$$H = \sum_{i=1}^n H_i$$

Se debe de minimizar la huella ecológica asociada a cada subtarea, es decir minimizar las superficies asociadas a cada subtarea, por lo que la ecuación se puede expresar de la siguiente manera.

$$H = \sum Min(H_i)$$

Es decir que cada H_i puede a su vez desglosarse en un tipo de la siguiente tabla

Tabla 4 Tipos de plan y su conversión a OWL-S

Cultivos	Superficies con actividad agrícola y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas.
Pastos	Espacios utilizados para el pastoreo de ganado, y en general considerablemente menos productiva que la agrícola.
Bosques	Superficies forestales ya sean naturales o repobladas, pero siempre que se encuentren en explotación.
Mar productivo	Superficies marinas en las que existe una producción biológica mínima para que pueda ser aprovechada por la sociedad humana.
Terreno construido	Considera las áreas urbanizadas o ocupadas por infraestructuras
Área de absorción de CO2	Superficies de bosque necesarias para la absorción de la emisión de CO2 debido al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía.

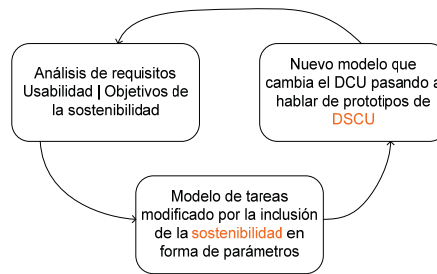


Fig. 2 Esquema del objetivo de la inclusión de la sostenibilidad

De esta manera se consigue por una parte anotar semánticamente los planes para su integración por ejemplo en servicios web. Por otra parte hemos creado un proceso

matemático-semántico para que sobre los cálculos asociados a cada tarea/subtarea se puedan realizar inferencias y por tanto elegir automáticamente la opción adecuada.

Es decir, se consigue formalizar la fórmula del cálculo de la huella ecológica teniendo en cuenta su semántica para integrar este conocimiento de una forma automática en cualquier aplicación.

4 Conclusiones

El incremento de los problemas medioambientales prioriza la necesidad de hacer nuestra sociedad más sostenible. La importancia de los sistemas interactivos en nuestra sociedad ofrece la posibilidad de desplegar una sociedad cada vez más sostenible rediseñando las tareas que deben realizar los usuarios utilizando estos sistemas tienen en cuenta la huella ecológica que provocan e intentando reducirla. La sostenibilidad pasa a ser valorada dentro del DCU pasando a ser DSCU a través de un indicador como es la huella ecológica que a su vez está asociada a la tarea y/o tareas, pues la realización de una actividad puede requerir una jerarquía de las mismas. Es decir, se convierte en un parámetro dentro de un modelo sujeto a ser optimizado en función de variables y/o parámetros.

La inclusión de la sostenibilidad no está reñida con una disminución del coste económico o con el ROI. La eficiencia del modelo no tiene porque conseguirse a costa de la infravaloración de los recursos del entorno.

Debido a la sobreexplotación de recursos naturales, incluir indicadores de sostenibilidad se manifiesta como un deber ineludible. Las tecnologías de la información deberán alinearse en torno a los aspectos relacionados con la sostenibilidad.

Referencias

1. ISO 13407. Human Centred Design Processes for Interactive Systems, Geneva, Switzerland, 1999
2. T. Granollers i Saltiveri, J. Lorés Vidal, J.J. Cañas Delgado Diseño de Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario. (Ed. Uoc). 280 páginas. ISBN: 8497883209. .2005.
3. G.Orwell. The Road to Wigan Pier Harvest Books; 1 Amer ed edition .264 páginas, , capítulo 11 ISBN: 0156767503, 1972
4. M^a Á Murga Menoyo. Desarrollo local y Agenda 21 Páginas: 400, ISBN 10: 8420550299, 2006
5. M. Satorras, T. Castiella La participación en el marco de la innovación local : El caso de la Agenda 21 de Barcelona. En: Análisis local, , pags. 35-42, ISSN 1575-5266, N^o 44, 2002
6. Gea, M, Gutierrez, Francis. Cap Diseño. Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. AIPO 2004.